



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DOUTORADO SOCIEDADE, NATUREZA E
DESENVOLVIMENTO

PECUÁRIA NA AMAZÔNIA E O DESAFIO DA SUSTENTABILIDADE

KEDSON ALESSANDRI LOBO NEVES

Santarém

Maior/2017

KEDSON ALESSANDRI LOBO NEVES

PECUÁRIA NA AMAZÔNIA E O DESAFIO DA SUSTENTABILIDADE

Prof. Dr. Wiliam Gomes Vale
Profa. Dra. Tereza Ximenes Ponte

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sociedade Natureza e Desenvolvimento da Universidade Federal do Oeste do Pará, para fins de obtenção do título de Doutor.

Santarém
Maio/2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

N511p Neves, Kedson Alessandri Lobo

Pecuária na amazônia e o desafio da sustentabilidade. / Kedson Alessandri Lobo Neves. – Santarém, Pa, 2017.

199fls.: il.

Inclui bibliografias.

Orientador William Gomes Vale

Coorientador Tereza Ximenes Ponte

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pro- Reitoria de Pesquisa, Pós-graduação Doutorado Sociedade, Natureza e Desenvolvimento.

1. Pecuária. 2. Amazônia. 3. Sustentável. 4. Integração. 5. Biotecnologias. 6. Solo. I. Vale, William Gomes, *orient.* II. Ponte, Tereza Ximenes, *coorient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 636.2098115

Bibliotecário - Documentalista: Eliete Sousa – CRB/2 1101

KEDSON ALESSANDRI LOBO NEVES

PECUÁRIA NA AMAZÔNIA E O DESAFIO DA SUSTENTABILIDADE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sociedade Natureza e Desenvolvimento da Universidade Federal do Oeste do Pará, para fins de obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Wiliam Gomes Vale
Profa. Dra. Tereza Ximenes Ponte

Aprovado em, 10 de maio de 2017.

Prof. Dr. WILLIAM GOMES VALE
PRESIDENTE DA BANCA

Prof. Dr. TROY PATRICK BELDINI
TITULAR 1

Prof. Dr. ANTÔNIO HUMBERTO HAMAD MINERVINO
TITULAR 2

Prof.^a Dr.^a ADRIANA CAROPREZZO MORINI
TITULAR 3

Prof.^a Dr.^a ALANNA DO SOCORRO LIMA da SILVA
TITULAR 4

Prof. Dr. HAROLDO FRANCISCO LOBATO RIBEIRO
TITULAR 5

DEDICO

Aos meus pais, Alvalinda Lobo Neves e
Everton Francisco Ferreira Neves;

A minha esposa Mary Glaucy Brito
Chianca Neves;

A meus filhos Amanda Chianca Neves,
Juliana Chianca Neves e Lucas Chianca
Neves, por serem minha inspiração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao senhor todo poderoso, pela força, saúde, paciência, luz e por me fazer trilhar o caminho do bem;

Agradeço a minha amada esposa Mary Glaucy por todo incentivo, compreensão e ajuda na formatação da tese;

Agradeço aos meus queridos e amados filhos, Amanda, Juliana e Lucas Neves, pela confiança em mim depositada;

Agradeço aos meus amados Pais, Everton e Alvalinda Neves, pelo incentivo ao estudo e por abrirem mão de suas vontades e desejos, pela realização profissional de seus filhos;

Agradeço ao Prof. Dr. William Gomes Vale, pela orientação neste trabalho, pelos conselhos e amizade;

Agradeço a minha Co-orientadora Professora Dra. Tereza Ximenes Ponte, pelas valiosas sugestões e pela correção final;

Aos Profs. Drs. Troy Patrick Beldini, Antonio Humberto Hamad Minervino, Adriana Caroprezzo Morini, Alanna do Socorro Lima da Silva, Haroldo Francisco Lobato Ribeiro, Lucieta Guerreiro Martorano, Andrea Krystina Vinente Guimarães, por aceitarem o convite para comporem minha banca de defesa;

Aos colegas de pós graduação da UFOPA, pelas discussões, vivências, amizade e pelos bons momentos passados juntos;

Agradeço aos Professores do PPGSND-UFOPA Prof. Dr. Marcos Ximenes Ponte, Prof. Dra. Tereza Ximenes Ponte, Prof. Dr. Celson Pantoja Lima, Prof. Dr. Luís Reginaldo Ribeiro Rodrigues, Prof. Dr. Sérgio de Melo, Prof. Dr. William Gomes Vale, Prof. Dr. Troy Patrick Beldini, Prof. Dra. Delza Pesanha Neves, Prof. Dr. Anderson Menezes, Prof. Dr. David Gibbs MacGrath, pelos conhecimentos transmitidos;

Ao secretario do PPGSND, Euclides Araújo Ribeiro, pelo auxílio, competência e amizade;

Aos senhores Júlio Walfredo e Benedito Miguel Menoli, pela cessão do espaço em suas propriedades e pelo apoio na realização do experimento de campo;

Ao Prof. MSc. João Almiro, coordenador do Laboratório de Geoprocessamento, Análise Espacial e Monitoramento por Satélite (LAGAM), do

Instituto Ciberespacial (ICIBE) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), pela elaboração de imagens;

Ao Sr. Orivan Marques, Coordenador do laboratório de solos da Embrapa Amazônia Oriental, pelas análises de solos;

Aos colaboradores de coleta de solo, Troy Beldini, Davi Aguiar, Sabrina Viana, Ricardo Patrese, Onildo Fernandes, Dilza do Carmo, Suellen Cristina, Adla Miranda, Nívea Neves, Diego Neves, Marcelo Evangelista, Filipe Prudente, Luan Borges, Lucas Neves, Elton Santos, Emanuel Vinholte, Douglas Silva que colaboraram e não mediram esforços nas coletas de solo;

À Universidade Federal do Oeste do Pará, na pessoa do seu ex- Reitor Prof. Dr. José Seixas Lourenço e da diretora do IBEF, Profa. Dra. Elaine Pacheco, pela oportunidade de realização do doutorado e pela liberação concedida no período;

Quem tem um amigo, mesmo que um só, não importa onde se encontre, jamais sofrerá de solidão; poderá morrer de saudades, mas não estará só.

(Amir Klink)

RESUMO

A pecuária na Amazônia na última década tem contribuído fortemente com o cenário expansionista da produção animal no Brasil. O rebanho de bovinos da Amazônia Legal representa 36,95 % do efetivo nacional. Para evidenciar as mudanças locais na atividade pecuária foram realizados 3 (três) estudos com foco nos municípios de Monte Alegre e Santarém, no Baixo-Amazonas paraense. O primeiro estudo está centrado em análise espacial da forma de uso e cobertura do solo com base em dois períodos, os anos de 2001 e 2014 e nas mudanças de uso e cobertura do solo neste interregno, aliado a análise do desmatamento no período, do efetivo bovino e do produto interno bruto, e a correlação entre os dados econômicos e desmatamento. O segundo estudo investigou a forma como é praticada a atividade pecuária na região do Baixo-Amazonas paraense, considerando 3 (três) estratos de criadores: o pequeno, o médio e o grande. O terceiro estudo buscou verificar o comportamento dos atributos de fertilidade e microbiológicos do solo em 5 (cinco) tipos diferentes de uso do solo. No município de Santarém, a principal classe de cobertura do solo em 2014 era a floresta, com 835.723,38 ha, apresentando pouca variação entre os anos de 2001 e 2014 e respondendo por 46,51% da área total do município. A atividade agropecuária (pecuária e agricultura) ocupou uma área de 61.783,17ha (3,44%) no município de Santarém. A pecuária passou de 21.897,29 ha em 2001 para 39.429,20 ha em 2014, com aumento percentual de 80,06% e a agricultura 16.717,95 ha em 2001 para 22.353,97 ha em 2014 com aumento percentual de 33,71%. Ao analisar a conversão do solo em Santarém e na sua área metropolitana, foi constatado, neste estudo o total de 139.193,96 ha convertidos. Desse total 46.810,34 ha em Santarém, 68.929,87 ha em Mojuí dos Campos e 23.453,75 ha em Belterra. O desmatamento no município de Santarém no período estudado foi de 889,5 km², em Belterra foi de 139,7 Km² e em Monte Alegre foi de 305,2 Km². Ao associar os valores de desmatamento dos 3 (três) municípios e confrontar com a somatória do rebanho dos mesmos o valor foi de 0,1431, o valor de r² foi de 0,0205, com p = 0,3661, a variável desmatamento no período estudado não exerceu influência sobre o efetivo do rebanho que continuou aumentando, apesar da queda das taxas de desflorestamento verificadas. A análise do PIB municipal dos 3 (três) municípios do Baixo Amazonas, reflete a necessidade de diversificação da matriz econômica, onde excetuando-se o município de Santarém, com um PIB onde o setor de serviços coloca o município como polo regional, os demais municípios ficam dependentes em sua maioria do PIB gerado pelo setor agropecuário. No presente estudo, houve uma tendência de moderada à fortemente negativa nas correlações entre a taxa de desmatamento e o PIB. No experimento II, dos criadores entrevistados no município de Santarém, 51,55% possuem propriedades na Terra firme e 48,45% na região de várzea e do município de Monte Alegre 83,93 % das propriedades estão localizadas na Terra firme e 16,07 % na região de várzea. Quanto a utilização de biotecnologias, verificou-se que 12,18% dos produtores de Santarém e 10,71% de Monte Alegre utilizaram biotecnologias na reprodução de seu rebanho. A taxa de natalidade variou de acordo com o porte de criação nos 3 (três) estratos pesquisados. No município de Santarém, a média de natalidade foi de 56,92%, sendo de 51,55% nos pequenos, 58,23% nos médios e 60,99% nos grandes criadores. Em Monte Alegre a média foi de 46,88%, sendo de 27,77% nos pequenos, 51,30% nos médios e 60,97% nos grandes. Em Monte Alegre, foi constatado que dos 50 (cinquenta) pecuaristas, 18 (dezoito) utilizam algum tipo de

intensificação na pecuária, obtendo um índice de tecnologia de 36% no município. Em Santarém, do total de 47 (quarenta e sete) entrevistados, 19 (dezenove) produtores utilizam algum grau de intensificação pecuária, perfazendo um índice de uso de tecnologia de 40,42% na pecuária. No experimento III, foi verificado que a densidade dos solos nos 5 (cinco) tipos de uso estudados, não apresentaram diferenças estatísticas para o fator uso e época, porém os sítios jw1 e jw2 apresentaram maior quantidade de carbono do que o pasto degradado. Os resultados de fertilidade do solo foram maiores nas áreas manejadas em ILP e ILPF do que no pasto degradado e mata, evidenciando a importância de incorporação de técnicas de manejo e do sistema de produção integrada.

Palavras-chave: Pecuária. Amazônia. Sustentável. Integração. Biotecnologias. Solo.

ABSTRACT

Livestock production in the Amazon basin in the last decade has strongly contributed to the expansionary scenario of animal production in Brazil. The bovines' herd of the Legal Amazon represents 36.95% of the national herd. In order to show the local changes in livestock activity, three (3) studies were carried out focusing on the municipalities of Monte Alegre and Santarém, in the Lower Amazon region. The first study focuses on the spatial analysis of land use and land cover based on two periods, the years 2001 and 2014 and the changes in land use and land cover in this interregnum, associated with the analysis of deforestation in the period, and the correlation between economic data and deforestation. The second study investigated the way cattle farming is practiced in the Lower Amazon region of Pará, considering three (three) strata of breeders: small, medium and large. The third study sought to verify the behavior of soil fertility and microbiological attributes in five (5) different types of soil use. In the municipality of Santarém, the main land cover class in 2014 was the forest, with 835,723.38 ha, showing little variation between the years 2001 and 2014 and accounting for 46.51% of the total area of the municipality. Livestock production increased from 21,897.29 ha in 2001 to 39,429.20 ha in 2014, with a percentage increase of 80.06% and agriculture 16,717.95 ha in 2001 to 22,353.97 ha in 2014 with a percentage increase of 33.71%. When analyzing the soil conversion in Santarém and its metropolitan area, it was verified, in this study, the total of 139,193.96 ha converted. Of this total 46,810.34 ha in Santarém, 68,929.87 ha in Mojuí dos Campos and 23,453.75 ha in Belterra. Deforestation in the municipality of Santarém in the period studied was 889.5 km², in Belterra it was 139.7 Km² and in Monte Alegre it was 305.2 Km². By associating the deforestation values of the three (3) municipalities and comparing them with the sum of the herds, the r value was 0.1431, the r² value was 0.0205, with p = 0.3666, the variable Deforestation in the studied period had no influence on the herd population, which continued to increase, despite the decline in deforestation rates. The analysis of the municipal GDP of the three municipalities of the Lower Amazon reflects the need for diversification of the economic matrix, except for the municipality of Santarém, with a GDP where the service sector places the municipality as a regional pole, the other Municipalities are mostly dependent on the GDP generated by the agricultural sector. In the present study, there was a moderate to strongly negative trend in the correlations between deforestation rate and GDP. In the experiment II, of the breeders interviewed in the municipality of Santarém, 51.55% have properties on the mainland and 48.45% in the várzea region and in the municipality of Monte Alegre. 83.93% of the properties are located in the mainland and 16,07% in the várzea region. Regarding the use of biotechnologies, it was verified that 12.18% of the producers of Santarém and 10.71% of Monte Alegre used biotechnologies in the reproduction of their herd. The birth rate varied according to the size of the breeding stock in the three (3) strata surveyed. In the municipality of Santarém, the average birth rate was 56.92%, being 51.55% in the small, 58.23% in the middle and 60.99% in the big breeders. In Monte Alegre the average was 46.88%, being 27.77% in the small, 51.30% in the middle and 60.97% in the big ones. In Monte Alegre, it was verified that of the fifty (50) cattle ranchers, 18 (eighteen) use some type of intensification in cattle raising, obtaining a technology index of 36% in the municipality. In Santarém, out of a total of 47 (forty seven) interviewees, 19 (nineteen) producers use some degree of intensification of livestock, resulting in an index of technology use of 40.42% in livestock. In the

experiment III, it was verified that the soil density in the 5 (five) types of use studied, did not present statistical differences for the factor use and time, but the sites JW1 and JW2 presented higher amount of carbon than the degraded grass. Soil fertility results were higher in the areas managed in ILP and ILPF than in degraded pasture and MATA, evidencing the importance of incorporating management techniques and the integrated production system.

Keywords: Livestock. Amazon. Sustainable. Integration. Biotechnology. Soil.

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

@/ha/ ano	- Arroba(15kg) /hectare/ano
Adepará	- Agencia de defesa agropecuária do estado do Pará
Am	- Clima tropical úmido ou subúmido.
Anda	- Associação Nacional para Difusão de Adudos
Anova	- Análise de variância
APPs	- Áreas de proteção permanente
Asbia	- Associação Brasileira de Inseminação Artificial
BMS	- Biomassa microbiana do solo
Car	- Cadastro ambiental rural
CBN	- Carbono da biomassa microbiana
CBM/Corg	- Carbono da Biomassa Microbiana- Carbono Orgânico
COP-15	- Conferência das Nações Unidas sobre mudanças do clima
CTC	- Capacidade de troca catiônica
Deter	- Detecção de desmatamento em tempo real
eCG	- Gonadotrofina coriônica equina
Embrapa	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Fao	- Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
Flona	- Floresta Nacional do Tapajós
FNO	- Fundo Constitucional do Norte
FSHp	- Hormônio folículo estimulante
IA	- Inseminação Artificial
IATF	- Inseminação Artificial em Tempo Fixo
IBGE	- Instituto brasileiro de geografia e estatística
ILF	- Integração Lavoura – floresta
ILP	- Integração Lavoura – pecuária
ILPF	- Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
IPF	- Integração Pecuária – Floresta
Incra	- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
Inpe	- Instituto Nacional Pesquisa Espaciais
ha	- Hectare

Mapa	- Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
MDA	- Ministério do Desenvolvimento Agrário
MP	- Medida Provisória
Maxver	- Máxima verossimilhança
NBM:N	- Nitrogênio da Biomassa Microbiana: Nitrogênio
Pae	- Projeto de assentamento agroextrativista
P/AI	- Prenhez por inseminação
PIB	- Produto Interno Bruto
PLC	- Projeto de Lei complementar
PMV	- Programa Municípios Verdes
PO	- Puro de Origem
PPCDAm	- Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal
PRA	- Programa de regularização ambiental
Prodes	- Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia
qCO ₂	- Quociente metabólico microbiano
qMIC	- Quociente Metabólico de Carbono
qMIN	- Quociente Metabólico de Nitrogênio
SIG	- Sistema de Informações geográficas
Sirgas	- Sistema de referência geocêntrico para as Américas
SPD	- Sistema de Plantio Direto
Sudam	- Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia
TAC	- Termo de Ajuste de Conduta
UA	- Unidade animal (450kg de peso vivo)
UA/ ha	- Unidade animal por hectare
UNFCCC.	- United nations framework convention on climate change

LISTA DE SÍMBOLOS

Al	- Acidez trocável
B	- Boro
C	- Carbono
Ca	- Cálcio
CaCl ₂	- Cloreto de cálcio
CO ₂	- Dióxido de carbono
Cu	- Cobre
Fe	- Ferro
Gt	- Giga Tonelada
H	- Hidrogênio
H+	- Íons de hidrogênio
H+Al	- Acidez potencial
H ₂ O	- Água
H ₂ SO ₄	- Ácido sulfúrico
K	- Potássio
KCl	- Cloreto de potássio
Km ²	- Quilômetro quadrado
m%	- Percentual de saturação de Al
Mg	- Magnésio
Mn	- Manganês
MO	- Matéria Orgânica
N	- Nitrogênio
Na	- Sódio
NaOH	- Hidróxido de sódio
P	- Fósforo
pH	- Potencial de hidrogênio
SB	- Soma de bases trocáveis
Si	- Silício
V%	- Percentual de saturação de bases
Zn	- Zinco

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Região do Baixo-Amazonas paraense	58
Figura 2	Município que fazem fronteira com Santarém	59
Figura 3	Mapa do uso do solo do município de Santarém, segundo o tipo de cobertura dos anos de 2001 e 2014	70
Figura 4	Mapa do uso do solo do município de Mojuí dos Campos, segundo o tipo de cobertura dos anos de 2001 e 2014	71
Figura 5	Mapa do uso do solo do município de Belterra, segundo o tipo de cobertura dos anos de 2001 e 2014	72
Figura 6	Mapa do uso do solo do município de Monte Alegre, segundo o tipo de cobertura nos anos de 2001 e 2014	77
Figura 7	Demonstrativo da evolução do efetivo bovino nos municípios de Belterra, Monte Alegre e Santarém, no período de 2001 a 2014	81
Figura 8	Correlação estatística entre as variáveis desmatamento e rebanho no município de Monte Alegre - PA, no período de 2001 a 2014.	82
Figura 9	Correlação entre o desmatamento e a evolução do rebanho do município de Santarém-PA, no período de 2001 a 2014	82
Figura 10	Correlação entre o desmatamento e a evolução do rebanho do município de Belterra-PA, no período de 2001 a 2014	83
Figura 11	Correlação estatística entre as variáveis desmatamento e rebanho nos municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre-PA, no período de 2001 a 2014	84
Figura 12	Correlação e coeficiente de determinação entre desmatamento e produto interno bruto no município de Belterra – PA, no período de 2001 a 2014	89
Figura 13	Correlação e coeficiente de determinação entre desmatamento e produto interno bruto agropecuário no município de Santarém – PA, no período de 2001 a 2014	90
Figura 14	Correlação e coeficiente de determinação entre desmatamento e produto interno bruto agropecuário no município de Monte Alegre – PA, no período de 2001 a 2014	91
Figura 15	Correlação estatística e coeficiente de determinação entre o efetivo bovino e produto interno bruto agropecuário no município de Belterra – PA, no período de 2001 a 2014	92
Figura 16	Correlação estatística e coeficiente de determinação entre efetivo bovino e produto interno bruto agropecuário no município de Santarém – PA, no período de 2001 a 2014	93
Figura 17	Correlação estatística e coeficiente de determinação entre efetivo bovino e produto interno bruto agropecuário no município de Monte Alegre – PA, no período de 2001 a 2014	94
Figura 18	Amostra KKN 1 - Pastagem degradada. Fazenda Jaraguá/Mojuí dos Campos/PA. Novembro/2013	143

Figura 19	Amostra JW 1- Área de pastagem em integração Lavoura-Pecuária. Fazenda Walfredo/Mojuí dos Campos/PA. Novembro/2013	144
Figura 20	Amostra JW 2 - Área de agricultura em integração Lavoura-Pecuária. Fazenda Walfredo/Mojuí dos Campos/PA. Novembro/2013	145
Figura 21	Amostra JW 2 - Área de agricultura em integração Lavoura-Pecuária. Fazenda Walfredo/Mojuí dos Campos/PA. Abril/2014	145
Figura 22	Amostra JW 2 - Área de agricultura em integração Lavoura-Pecuária. Fazenda Walfredo/Mojuí dos Campos/Pa. Junho/2014	146
Figura 23	Amostra MI - Área de agricultura em integração Lavoura-Pecuária, Floresta ILPF. Fazenda Nossa Senhora Aparecida/Belterra/PA. Novembro/2013.	147
Figura 24	Densidade do solo (Mg.m-3) em três profundidades e três estações, dados agrupados (2015-2016), para cinco tipos de uso do solo (n=8 cada tipo e profundidade), Mojuí dos Campos, PA	155
Figura 25	Estoque de C (Mg.ha-1) em três profundidades e três estações em cinco usos de terra (n= 16 para cada média), dados de dois anos combinados, Mojuí dos Campos, PA	158
Figura 26	Estoque de N (Mg.ha-1) em três profundidades e três estações em cinco usos de terra (n= 16 para cada média), dados de dois anos agrupados, Mojuí dos Campos, PA	158
Figura 27	Estoques de C e N total, 0 – 20 cm em cinco tipos de uso de terra, Mojuí dos Campos, PA	161
Figura 28	pH do solo em três profundidades e três estações em cinco tipos de usos de solo (n= 48 para cada média), dados de dois anos agrupados, Mojuí dos Campos, PA	165
Figura 29	P disponível (mg.dm-3) no solo em três profundidades e três estações em cinco tipos de uso do solo (n= 48 para cada média), dados de dois anos agrupados, Mojuí dos Campos, PA	165
Figura 30	K disponível (mg.dm-3) no solo em três profundidades e três estações em cinco tipos de uso do solo (n= 48 para cada média), dados de dois anos agrupados, Mojuí dos Campos, PA	166
Figura 31	Acidez Potencial (H+Al; cmolc.dm-3) no solo em três profundidades e três estações em cinco tipo de uso do solo (n= 48 para cada média), dados de dois anos agrupados, Mojuí dos Campos, PA	166
Figura 32	CTC efetiva (cmolc.dm-3) do solo em três profundidades e três estações em cinco tipos de uso do solo (n= 48 para cada média), dados de dois anos agrupados, Mojuí dos Campos, PA	166
Figura 33	Saturação por bases (V%) em três profundidades e três estações em cinco tipos de uso do solo (n= 48 para cada média), dados de dois anos agrupados, Mojuí dos Campos, PA	167

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Picos de desmatamento na Amazônia Legal, no período de 1988 a 2013	34
Gráfico 2	Evolução do rebanho bovino, por taxa de desmatamento na Amazônia Legal, no período de 1988 a 2013	35
Gráfico 3	Evolução da comercialização de doses de sêmen no Estado do Pará, no período de 2010 a 2012	52
Gráfico 4	Demonstrativo do percentual de desmatamento nos municípios de Belterra, Monte Alegre e Santarém, no período de 2000 a 2014	78
Gráfico 5	Dados meteorológicos de Mojuí dos Campos/Pa. de novembro de 2013 a novembro de 2014. Estação Meteorológica Fazenda Jaraguá	146
Gráfico 6	Dados meteorológicos segundo umidade relativa média e radiação de Mojuí dos Campos/PA, de novembro de 2013 a novembro de 2014. Estação Meteorológica Fazenda Jaraguá	147
Gráfico 7	Precipitação e temperatura máxima e mínima mensal, Município de Belterra, período entre novembro de 2013 e novembro de 2014. Estação meteorológica Fazenda Nossa Senhora Aparecida	148
Gráfico 8	Radiação solar e umidade mensal, Município de Belterra/Pa, período de novembro de 2013 a novembro de 2014. Estação meteorológica Fazenda Nossa Senhora Aparecida	149

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Uso do solo do município de Santarém-PA, segundo o tipo de cobertura nos anos de 2001 e 2014	70
Tabela 2	Uso do solo do município de Mojuí dos Campos, segundo o tipo de cobertura nos anos de 2001 e 2014	71
Tabela 3	Uso do solo do município de Belterra, segundo o tipo de cobertura nos anos de 2001 e 2004	72
Tabela 4	Conversão de uso e cobertura do solo de Santarém e região metropolitana, no período de 2001 a 2014	74
Tabela 5	Uso do solo do município de Monte Alegre, segundo o tipo de cobertura nos anos de 2001 e 2014	76
Tabela 6	Conversão de uso e cobertura do solo do município de Monte Alegre, no período de 2001 a 2014	77
Tabela 7	Desmatamento nos municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre e no período de 2001 a 2014	78
Tabela 8	Efetivo bovino do Baixo Amazonas e municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre no período de 2001 a 2014 em cabeças animal	80
Tabela 9	Produto interno bruto – PIB do município de Santarém – PA, no período de 2001 a 2014 em mil reais	86
Tabela 10	Produto interno bruto – PIB do município de Belterra – PA, no período de 2001 a 2014 em mil reais	87
Tabela 11	Produto interno bruto – PIB do município de Monte Alegre – PA, no período de 2001 a 2014 em mil reais	88
Tabela 12	Granulometria (g/kg) do solo em diferentes profundidades e tipos de terra, conforme tipos de uso de solo em 2015	149
Tabela 13	Teor de C e N (g.kg-1) no solo em três profundidades, na estação chuvosa e dois anos agrupados, para cinco tipos de uso de terra (n=16 cada média), Mojuí dos Campos - PA	156
Tabela 14	Teor de C e N (g.kg-1) no solo em três profundidades, na estação seca e dois anos agrupados, para cinco tipos de uso de terra (n=16 cada média), Mojuí dos Campos - PA	156
Tabela 15	Teor de C e N (g.kg-1) no solo em três profundidades, na estação de transição e dois anos agrupados, para cinco tipos de uso de terra (n=16 cada média), Mojuí dos Campos - PA	157
Tabela 16	Teores de C e N na biomassa microbiana em duas profundidades do solo, dados de duas estações chuvosas agrupadas (2015-16), para cinco sítios (n=12 cada sítio e profundidade), Mojuí dos Campos-PA	162
Tabela 17	Razão C e N na biomassa microbiana / C e N no solo (qMIC e qMIN), dados de duas estações chuvosas agrupadas (2015-16), para cinco sítios (n=12 cada sítio e profundidade), Mojuí dos Campos - PA	164

Tabela 18 Coeficiente de Pearson de correlação produto-momento em duas profundidades e parâmetros selecionados da fertilidade do solo 168

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Característica dos sensores utilizados	64
Quadro 2	Localização das propriedades por município, de acordo com a região e o porte de criação em 2016	101
Quadro 3	Percepção dos produtores de Santarém e Monte Alegre, quanto ao acesso a propriedade nos períodos de verão e inverno em 2016	102
Quadro 4	Situação das propriedades os municípios de Santarém e Monte Alegre quanto à titulação das terras em 2016	103
Quadro 5	Mão de obra utilizada nas propriedades dos municípios de Santarém e Monte Alegre de acordo com o porte de criação, em 2016	104
Quadro 6	Nível de instrução dos responsáveis pelas decisões nas propriedade dos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação em 2016	105
Quadro 7	Origem da fonte de água nas propriedades de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação em 2016	107
Quadro 8	Tipo de fonte de fornecimento de água para o gado nas propriedades de Santarém e Monte Alegre, em 2016	107
Quadro 9	Características gerais do solo dos municípios de Santarém e Monte Alegre por porte de criação, em 2016	108
Quadro 10	Situação de análise de solo nos municípios de Santarém e Monte alegre, por porte de criação, em 2016	109
Quadro 11	Calagem de pastos nos municípios de Santarém e Monte Alegre de acordo com o porte de criadores, em 2016	111
Quadro 12	Adubação dos pastos nos municípios de Santarém e Monte Alegre de acordo com o porte de criadores, em 2016	112
Quadro 13	Ano de início de pastagens das propriedades de Santarém e Monte Alegre por porte de criação, em 2016	114
Quadro 14	Principal vegetação derrubada para formação de pastagem nos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação em 2016	114
Quadro 15	Principais forrageiras utilizadas nas propriedades de Santarem e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016	115
Quadro 16	Tipo de propagação de forragens em Santarém e Monte Alegre por porte de criação, em 2016	116
Quadro 17	Comportamento das pastagens nos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016	117
Quadro 18	Sistema de pastejo nas propriedades de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016	117

Quadro 19	Principais problemas das pastagens dos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016	119
Quadro 20	Suplementação alimentar oferecida ao gado nos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016	119
Quadro 21	Finalidade da criação dos produtores de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016	122
Quadro 22	Principais raças criadas em Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016	123
Quadro 23	Percentual de cobertura vacinal nos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016	126
Quadro 24	Características da suplementação mineral em Santarém e Monte Alegre	127
Quadro 25	Forma de fornecimento de minerais ao gado nos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016	128
Quadro 26	Distribuição de área utilizada para a criação do rebanho, nos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016	129
Quadro 27	Utilização de mineralização do rebanho na várzea de acordo com o município e porte de criação, em 2016	130
Quadro 28	Opções para aumento da produção das propriedades, por município e porte de criação, em 2016	131
Quadro 29	Principais dificuldades para implantação de tecnologias de criação nos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016	132
Quadro 30	Comentários sobre a atividade pecuária dos entrevistados nos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016	134

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	25
1 AMAZÔNIA: UM ESPAÇO HETEROGÊNEO	30
1.1 PECUÁRIA NA AMAZÔNIA	32
1.1.1 Pecuária e Desmatamento.....	34
1.1.2 Enquadramento Ambiental da Pecuária: O Código Florestal e Legislação de controle ao desmatamento	36
2 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA PRODUÇÃO PECUÁRIA. PERSPECTIVA DE SUSTENTABILIDADE.	41
2.1 PRODUÇÃO PECUÁRIA E PASTAGENS NA AMAZÔNIA.....	44
2.2 SISTEMAS INTEGRADOS.....	47
2.2.1 Integração Lavoura – Pecuária	47
2.2.2 Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF): O componente florestal	50
2.3 BIOTECNOLOGIAS REPRODUTIVAS NA PECUÁRIA	52
3 ANÁLISE COMPARATIVA DA PECUÁRIA E MUDANÇAS NO TIPO DE USO DO SOLO NOS MUNICÍPIOS DO BAIXO – AMAZONAS, ESTADO DO PARÁ.....	55
3.1 MATERIAL E MÉTODOS	58
3.1.1 Caracterização da região.....	58
3.1.2 Caracterização da área de estudo	58
3.1.2.1 Município de Santarém.....	59
3.1.2.2 Município de Monte Alegre	63
3.1.3 Coleta de dados geoprocessamento.....	64
3.1.3.1 Base de dados utilizada.....	64
3.1.3.2 Metodologia de Trabalho	65
3.1.3.3 Correções e Realce de Imagens	65
3.1.3.4 Mosaico e recorte das imagens	66
3.1.3.5 Classificação Supervisionada da Imagem	66
3.1.3.6 Análise em SIG e Cálculos de Áreas.....	67
3.1.4 Variáveis analisadas	67
3.1.4.1 Efetivo bovino	68
3.1.4.2 Desmatamento	68
3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69

3.2.1 Uso e cobertura do solo nos municípios de Santarém, Mojuí dos Campos, Belterra e Monte Alegre nos anos de 2001 e 2014.	69
3.2.1.1 <i>Município de Santarém e região metropolitana.</i>	69
3.2.1.2 <i>Município de Monte Alegre</i>	75
3.2.2 Taxas de Desmatamento em Santarém, Belterra e Monte Alegre	77
3.2.3 Rebanho bovino na região do Baixo-Amazonas paraense e municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre, no período de 2001 a 2014.	79
3.2.4 Correlação estatística entre as variáveis desmatamento e rebanho nos municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre.	81
3.2.5 Produto interno bruto dos municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre, no período de 2001 a 2014.	85
3.2.6 Análise do Produto Interno Bruto dos municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre, Pará no período de 2001 a 2014.	85
3.2.7 Correlação estatística e coeficiente de determinação entre as variáveis desmatamento e produto interno bruto da agropecuária nos municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre.	89
3.2.7.1 <i>Correlação e coeficiente de determinação entre desmatamento e produto interno bruto no município de Belterra - PA.</i>	89
3.2.7.2 <i>Correlação e coeficiente de determinação entre desmatamento e produto interno bruto agropecuário no município de Santarém - PA.</i>	90
3.2.7.3 <i>Correlação e coeficiente de determinação entre desmatamento e produto interno bruto agropecuário no município de Monte Alegre - PA.</i>	90
3.2.8 Correlação estatística e coeficiente de determinação entre as variáveis efetivo bovino e produto interno bruto da agropecuária nos municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre.	92
3.2.8.1 <i>Correlação estatística e coeficiente de determinação entre o efetivo bovino e produto interno bruto agropecuário no município de Belterra - PA.</i> .	92
3.2.8.2 <i>Correlação estatística e coeficiente de determinação entre efetivo bovino e produto interno bruto agropecuário no município de Santarém - PA.</i>	92
3.2.8.3 <i>Correlação estatística e coeficiente de determinação entre efetivo bovino e produto interno bruto agropecuário no município de Monte Alegre - PA.</i>	93

4 PERFIL DO PECUARISTA BAIXO AMAZONAS E DIFICULDADES DE IMPLANTAÇÃO DE BASES SUSTENTÁVEIS NA ATIVIDADE PECUÁRIA.	95
4.1 MATERIAL E MÉTODOS	96
4.1.1 Caracterização do Estudo	96
4.1.2 Cálculo da amostra	97
4.1.3 Instrumentos para Coleta de dados	98
4.1.4 Análise estatística	99
4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	100
4.2.1 Localização das propriedades e informações gerais	100
4.2.1.1 <i>Posse da terra</i>	103
4.2.1.2 <i>Mão de obra.....</i>	104
4.2.1.3 <i>Nível de Instrução da pessoa responsável pelas decisões na propriedade</i>	105
4.2.2 Características gerais da propriedade	106
4.2.2.1 <i>Fonte água de abastecimento da propriedade e fornecimento de água para os animais</i>	106
4.2.2.2 <i>Características do solo</i>	108
4.2.2.3 <i>Análise do solo</i>	109
4.2.2.4 <i>Calagem do solo.....</i>	110
4.2.2.5 <i>Adubação dos pastos</i>	111
4.2.3 Pastagens e forrageiras.....	113
4.2.3.1 <i>Principal vegetação derrubada</i>	114
4.2.3.2 <i>Principais forrageiras e forma de propagação utilizadas</i>	115
4.2.3.3 <i>Comportamento das pastagens e sistema de pastejo</i>	116
4.2.3.4 <i>Queima das pastagens.....</i>	118
4.2.3.5 <i>Principais problemas de pastagens</i>	118
4.2.3.6 <i>Suplementação utilizada.....</i>	119
4.2.4 Rebanho	120
4.2.4.1 <i>Assistência técnica</i>	120
4.2.4.2 <i>Finalidade de criação e principais raças criadas</i>	122
4.2.4.3 <i>Reprodução</i>	123
4.2.4.4 <i>Sanidade do rebanho</i>	125
4.2.4.5 <i>Mineralização do rebanho.....</i>	126
4.2.5 Sistema de produção	128

4.2.5.1 Tipo de área utilizada	128
4.2.5.2 Perspectiva sobre produção	130
4.2.5.3 Sobre as tecnologias	131
4.2.5.4 Uso de tecnologias na pecuária em Santarém e Monte Alegre.	133
4.2.6 Percepção do produtor quanto sua atividade pecuária.....	133
5 AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE USO DO SOLO VOLTADOS A PECUÁRIA E SEUS EFEITOS NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DO SOLO NO BAIXO – AMAZONAS PARAENSE	137
5.1 MATERIAL E MÉTODOS	142
5.1.1 Descrição e histórico da área.....	142
5.1.2 Delineamento experimental.....	150
5.1.3 Análise química do solo	151
5.1.3.1. Química para classificação do solo	151
5.1.3.2 Química para avaliação de fertilidade do solo	152
5.1.4 Análise microbiológicas do solo	153
5.1.5 Análise estatística	153
5.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	154
5.2.1 Densidade do Solo.....	154
5.2.2 Concentrações e estoques de carbono, nitrogênio, e a razão c/n do solo.....	155
5.2.3 Teores de C e N da Biomassa Microbiana e Relação C/N.....	162
5.2.4 Fertilidade do solo	164
6 CONCLUSÃO	170
REFERÊNCIAS.....	173
APENDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO.....	189
APENDICE B - ROTEIRO DE ENTREVISTA	190
APENDICE C - ARTIGOS ORIUNDOS DA TESE PUBLICADOS EM PERIÓDICOS.....	194
APENDICE D – RESUMO ORIUNDO DA TESE PUBLICADO EM ANAIS DO CONGRESSO MUNDIAL DE INTEGRAÇÃO LAVOURA - PECUÁRIA - FLORESTA, EM BRASILIA/DF, 2015.....	197

INTRODUÇÃO

A produção pecuária brasileira ocupa papel de destaque no cenário mundial. O Brasil é o maior exportador mundial de carnes e possui o maior rebanho comercial do mundo (FAO, 2014). No ano agrícola de 2014, o Brasil produziu 10,2 milhões de toneladas de carne em equivalente-carcaça e exportou 1,56 milhões, detendo o mesmo, uma participação no comércio mundial de 22% (ABIEC, 2014). O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em recente estudo, prevê crescimento de 1,9 % ao ano na produção de carne bovina, o que levará ao aumento da participação do Brasil no comércio mundial de carnes que no final da década será de 28,9 % (BRASÍLIA, 2014).

Esse avanço do Brasil na pecuária mundial está relacionado a diversos fatores construídos ao longo dos anos, como: o sanitário, através do controle da febre aftosa, brucelose e tuberculose e implantação de um sistema confiável de rastreabilidade bovina, bem como a utilização em maior escala de biotecnologias reprodutivas, o que tem contribuído para a melhoria genética e dos índices produtivos, nos últimos anos.

A pecuária na Amazônia, na última década, tem contribuído fortemente com o cenário expansionista da produção animal no Brasil. Segundo Neves et al. (2014) o rebanho de bovinos da Amazônia Legal representa 36,95 % do efetivo nacional com atuais 80.046.890 cabeças, o crescimento da pecuária na Amazônia, na década passada, representou 85% do crescimento do rebanho nacional. No entanto, a expressividade da pecuária no bioma amazônico tem recebido fortes críticas pelo seu papel no desmatamento (ALENCAR et al., 2004; MORTON et al., 2006) e a partir das discussões globais sobre a liberação de gases de efeito estufa via desmatamento na Amazônia (MOUTINHO, 2006).

Com o passar dos anos, à medida que se tornavam mais conhecidas às taxas de desmatamento, registraram-se mobilizações da sociedade civil, chamando atenção para os custos ambientais e sociais decorrentes da expansão dos desmatamentos, apontando-se a pecuária como a grande responsável por esse desmatamento (MARGULIS, 2003; PIKETTY et al., 2005; ARIMA et al., 2005; RIVERO et al., 2009; DINIZ et al., 2009; RODRIGUES et al., 2009; LUI, 2012).

Nas últimas quatro décadas a região perdeu cerca de 700.000 km² de vegetação nativa. Somada às alterações anteriores, o desmatamento na Amazônia

legal brasileira chega a 15% de toda a sua área (MARGULIS, 2003; BARRETO et al., 2006; SANTOS et al., 2012).

Levando em conta os índices de desmatamento, muitos estudos afirmam que a conversão da floresta em pastagens resulta em perda de biodiversidade, afetando diretamente as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e sua capacidade de suportar o crescimento de lavouras e pastagens e comprometendo sua função ecossistêmica (FRACETTO et al., 2013). Assim como, a retirada da cobertura vegetal, com maior incidência de luminosidade eleva a temperatura do ambiente, aumentando a evapotranspiração e reduzindo a umidade do solo (CASTILHO, 2014). O pisoteio animal contribui com o aumento da compactação do solo impedindo a percolação da água e levando ao aumento de erosões e perda de solo por escoamento superficial com graves prejuízos aos cursos d'água que sofrem assoreamento. E ainda, a retirada da cobertura florestal no bioma amazônico, contribui com o aquecimento global e com alterações nos ciclos biogeoquímicos (NEPSTAD et al., 2008). Tais afirmações passaram a subsidiar os diagnósticos e a formulação de políticas públicas propostas pelas organizações governamentais e não governamentais para o Brasil e em especial para a Amazônia.

De acordo com Araújo e Ponte (2011) os processos produtivos adotados atualmente na região, como pecuária e monoculturas precisam ser revistos, uma vez que se constituem em agentes de desmatamento de extensas áreas, acarretando em efeitos indesejáveis diversos sobre a Amazônia.

Por outro lado, a partir das evidências do prejuízo ambiental do desmatamento no bioma Amazônico, intensificaram-se as discussões sobre a especificidades dos ecossistemas na Amazônia, enfatizando-se que esta região não é um espaço homogêneo (XIMENES, 1997; MARGULIS, 2003), e que há diferentes formas de desenvolvimento da pecuária nesta região, com diferenças entre os estratos produtivos e a crescente utilização de tecnologias, já apontada no início dos anos 2000 (MARGULIS, 2003; ARIMA et al., 2005) e posteriormente confirmadas nos estudos de Macedo et al. (2012), Lapola et al. (2014), Neves et al. (2014) e Nepstad et al. (2014).

Neste sentido, constata-se a busca crescente por uma atividade pecuária assentada em bases sustentáveis, que garanta economicidade para os elos da cadeia envolvidos, que atenda aos requisitos ambientais de diminuição de emissão de gases de efeito estufa, desmatamento zero, preservação de fluxos d'água,

respeito às comunidades tradicionais e previna a degradação do solo garantindo a sucessão entre gerações na produção.

Desta forma, após a apropriação da análise da literatura voltada para a discussão dos fatores impactantes da atividade pecuária, no bioma amazônico e a observação dos diferentes tipos de pecuária praticada em 2 (dois) municípios da região do Baixo-Amazonas paraense, Santarém e Monte Alegre, ainda fundamentados em experiência como pecuarista a 20 (vinte) anos em Mojuí dos Campos, formulamos um questionamento e duas hipóteses que norteiam nosso estudo:

Quais as alternativas viáveis à mitigação dos efeitos adversos da pecuária no Baixo-Amazonas paraense, considerando: a) análises de diferentes tipos de uso de solo voltado à produção pecuária; b) as alterações na fertilidade do solo; c) manutenção da capacidade produtiva da atividade pecuária, com sustentabilidade a longo prazo?

Foram utilizadas como hipóteses norteadoras: 1) A pecuária passa por um processo de adequação às leis ambientais com diminuição do desmatamento nos principais municípios pecuários da região do Baixo-Amazonas paraense; 2) A utilização da Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e da Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) são estratégias eficientes para recuperação de áreas degradadas nas propriedades rurais e para manter a sustentabilidade produtiva dos solos e consequentemente da pecuária a longo prazo.

O percurso empírico para encontrar respostas ao questionamento, trabalhar as hipóteses e construir argumentos explicativos ocorreu através de 3 (três) estudos com foco nos municípios de Monte Alegre e Santarém, no Baixo-Amazonas paraense e nos municípios de Mojuí dos Campos e Belterra pela sua proximidade e influência de Santarém e por deste terem sido desmembrados.

A ênfase do primeiro estudo está centrada em análise espacial da forma de uso e cobertura do solo com base em dois períodos, os anos de 2001 e 2014 e nas mudanças de uso e cobertura do solo neste interregno, aliado a análise do desmatamento no período, do efetivo bovino e do produto interno bruto, todos em uma série histórica com base em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a correlação entre os dados econômicos e desmatamento.

O segundo estudo investiga a forma como é praticada a atividade pecuária na região do Baixo-Amazonas paraense considerando 3 (três) estratos de criadores: o

pequeno, o médio e o grande. Tal classificação foi definida pelo autor tomando como base o quantitativo de animais por criador, maiores detalhes estão elencados no capítulo que trata deste estudo. Esta parte da tese pretende avaliar as percepções dos criadores quanto a sustentabilidade da atividade pecuária e uso de tecnologias na criação nos diferentes estratos de porte, bem como a adequação a legislação vigente e o pensar do produtor sobre a atividade pecuária.

O terceiro estudo busca verificar o comportamento dos atributos de fertilidade e microbiológicos do solo em 5 (cinco) tipos diferentes de uso do solo, quais sejam:

1. Amostra Mata - Área de mata nativa sem interferência antrópica recente, amostra controle do estudo;
2. Amostra KKN1 - Área de pasto formado sob método tradicional de corte e queima, em uso a 10 (dez) anos e com características de degradação de pastagem;
3. Amostra JW1 - Área de sucessão lavoura – pecuária com 7 (sete) anos de agricultura e atualmente com 4 (quatro) anos de pecuária;
4. Amostra JW2 - Área de sucessão lavoura-pecuária-lavoura com 3 (três) anos de pecuária e atualmente com 4 (quatro) anos de agricultura;
5. Amostra MI - Área de integração lavoura-pecuária-floresta em sistema consorciado a 10 anos.

As diferentes amostras tiveram solo coletado em 8 (oito) repetições, nas profundidades de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20cm, foram coletados amostras de solo nos anos de 2015 e 2016 nas estações seca e chuvosa e nas transições de estação nos anos de 2015 e 2016.

Esta tese está estruturada em Introdução e 5 (cinco) capítulos e pôr fim a conclusão. No capítulo 1, é exposto a origem arqueológica da Amazônia, sua biodiversidade, hidrografia, fitofisionomia e considerações sobre a sua efetiva heterogeneidade. No referido capítulo é explicitado ainda, o histórico da pecuária na Amazônia e sua relação com o desmatamento, bem como a ruptura do modelo pecuária *versus* desmatamento e as inovações tecnológicas por que passa a atividade pecuária na Amazônia e as mudanças dela decorrentes. Em um terceiro momento, no capítulo, é exposta a legislação para adequação ambiental da atividade pecuária, com ênfase no novo código florestal brasileiro.

No capítulo 2 são abordados os temas atuais, referente as inovações tecnológicas na pecuária, com ênfase na integração lavoura – pecuária – floresta e

seus benefícios para a produção agropecuária e as alterações benéficas no solo. Em seguida é abordado a utilização crescente de biotecnologias reprodutivas e seus efeitos na produção pecuária e nos índices zootécnicos.

No capítulo 3 é feita uma análise espacial da forma de uso do solo nos municípios de Santarém, Mojuí dos Campos, Belterra e Monte Alegre, verificando a correlação com dados econômicos dos referidos municípios, com ênfase, no desmatamento, produto interno bruto (PIB) e efetivo bovino.

No capítulo 4, definiu-se o perfil do pecuarista regional e suas dificuldades na implantação de bases sustentáveis na atividade pecuária, bem como análise de seus dados zootécnicos e adequação ambiental.

O capítulo 5 trata da avaliação de diferentes tipos de uso do solo, voltados a pecuária e as características químicas e microbiológicas do solo, decorrentes desse uso e as mudanças nos períodos: seco, chuvoso e nas transições entre estações ao longo de dois anos.

1 AMAZÔNIA: UM ESPAÇO HETEROGÊNEO

A Amazônia começou a ser formada a 3 (três) bilhões de anos, na era geológica conhecida como arqueano, através do rompimento da crosta oceânica que originou várias placas que ao colidirem formaram uma nova crosta continental, seguidos de eventos tectônicos, que consolidaram a área Amazônica até a era proterozóica (DALL'AGNOL; ROSA-COSTA, 2008).

A Amazônia continental ou Pan Amazônia, abrange uma área total de 7.584.421 km², estendendo-se pelos seguintes países: Peru, Colômbia, Equador, Venezuela, Guiana, Suriname, Guiana Francesa, Bolívia e Brasil. Segundo Raisg (2012) a classificação da área Amazônica é de acordo com critérios biogeográficos, hidrográficos e político – administrativo.

A maior parte da Amazônia está localizada no Brasil, chamada de Amazônia brasileira, ocupando uma área de 5.033.072 km², que representa 58,8% da área geográfica do país e 64,3% da Amazônia continental.

Em 1953, através da lei n° 1.806 foi criada a Amazônia Legal, formada por sete estados da região Norte, pela faixa do estado do Mato Grosso ao norte do paralelo 16°S e pela região a oeste do meridiano 44° do Maranhão, abrangendo 59,78% do território nacional. Posteriormente, em 1967, através do decreto – lei n° 291 a Amazônia Legal foi subdividida em Amazônia Oriental e Amazônia Ocidental. Fazem parte da Amazônia Oriental (parte leste da Amazônia) os estados do Pará, Maranhão, Amapá, Tocantins e Mato Grosso. Na Amazônia Ocidental (parte oeste), estão localizados os estados do Amazonas, Roraima, Rondônia e Acre.

Na Amazônia está a maior bacia hidrográfica do mundo, a bacia do rio Amazonas, ocupando uma área de 7.165.281 km² e drenando 25% da superfície da América do Sul em seis países. A planície do rio Amazonas se estende por 14 a 35 km de largura onde se sucedem e se repetem faixas anastomosadas de ecossistemas no meio dos numerosos setores deprimidos ou ligeiramente “altos” da rasa planície (AB'SÁBER, 2002).

O rio Amazonas é um dos cursos d'água que transporta a maior carga de sedimentos finos em solução, acrescidos de mini touceiras de vegetação flutuante, na face da Terra. Sioli (1991) considera o rio Amazonas o maior rio em quantidade de massa líquida do mundo, com uma vazão anual média de aproximadamente 200.000 m³s⁻¹.

As oscilações anuais do rio Amazonas, conhecidas por pulsos de inundação (JUNK et al., 1989), levam a oscilação de volume que variam de 10 (dez) metros próximo a Manaus a 4 (quatro) metros próximo ao Xingu.

A fitofisionomia Amazônica, apesar de parecer possuir grande homogeneidade, na realidade é formada por inúmeros tipos de vegetação que interagem formando ecossistemas distintos. Segundo Araújo et al. (1986), as vegetações predominantes na Amazônia são: floresta em terra firme (floresta ombrófila, floresta estacional e formações campestres), florestas inundáveis (várzea, igapó, restinga e manguezais) e áreas de tensão ecológica.

A floresta de terra firme é o ecossistema predominante, ocupando mais de 90% da cobertura florestal da Amazônia, caracteriza-se pela complexidade na composição, distribuição e densidade das espécies (GAMA, 2010).

A enorme cobertura florestal na Amazônia, segundo Aleixo (2010), é de extrema importância por sua grande biodiversidade de espécies que dela fazem parte, sendo considerada a maior do mundo. Higuchi et al. (2004), relatam cerca de 50.000 espécies de plantas, sendo 5.000 árvores; 3.000 espécies de peixes e 353 de mamíferos, das quais 62 são primatas.

A manutenção da floresta em pé para Fearnside (2003) é a estratégia mais promissora para a sustentabilidade da Amazônia, que passaria a oferecer três tipos principais de serviços ambientais: a biodiversidade, ciclagem da água e armazenamento de carbono com mitigação de efeito estufa.

1.1 PECUÁRIA NA AMAZÔNIA

Os bovinos foram introduzidos no bioma amazônico no século XVII, quando os portugueses trouxeram das ilhas de Cabo Verde (Colônia portuguesa na costa ocidental da África) alguns animais mestiços, inicialmente criados em Belém e depois transferidos para a ilha de Marajó e posteriormente difundidos para o Baixo-Amazonas, ocupando sempre áreas de pastagens naturais (HOMMA, 2003).

Os primeiros 350 anos de atividade pecuária na Amazônia pouco contribuíram para o desflorestamento da região, somente com a nova lógica de ocupação deslanchada pelos governos militares, a partir de 1966 com a criação da Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), cujo objetivo era acelerar o desenvolvimento econômico e a ocupação na região (BRASIL, 2011), começaram as alterações mais perceptíveis no bioma amazônico. Nesse período, o governo militar deu início aos grandes projetos de colonização e desenvolvimento da Amazônia como o Programa de Integração Nacional (1970), o Programa Poloamazônia (1974), o Programa Grande Carajás (1980) e o Programa Polonoeste (1983) (HECHT; COCKBURN, 2011). Esses grandes programas institucionais tinham como objetivos principais o incentivo às atividades econômicas e a colonização de grandes extensões de terra.

A estratégia para atingir os objetivos propostos foi o investimento em obras de infraestrutura como: portos, aeroportos, construções de estradas na floresta como a Cuiabá-Porto Velho (BR 364, em 1968), a Transamazônica (BR-230, em 1972) e a Cuiabá-Santarém (BR-163, em 1973), assim como a concessão dos incentivos fiscais e transferências de terras para grandes produtores e empresas (HECH; COCKBURN, 2011). Além disso, o governo através da criação do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) em 1970, trouxe milhares de pequenos produtores do Nordeste e do Sul do Brasil para assentar nos lotes ao longo das estradas, o que posteriormente, possibilitou o surgimento de várias cidades, em especial na Transamazônica.

Entre 1970 e 1974 o INCRA assentou na Amazônia cerca de 400.000 colonos (FERREIRA; SALATI, 2005) que reproduziram aqui as práticas dos seus locais de origem. Esse fato, aliado a exigência governamental de liberação da titulação da terra baseada na retirada da cobertura florestal dos lotes, levou a grandes desmatamentos no período.

Segundo Loureiro e Pinto (2005), em 1960 apenas 1,8% das terras da Amazônia estavam ocupados por atividades agropecuárias e somente metade possuía título de propriedade. Em 1970, 12% das terras já pertenciam a proprietários privados, sendo que em 1995 esse percentual chegou a 24% (MARGULIS, 2003). Depois da interferência inicial do estado que permitiu o acesso rodoviário, disponibilizou e atraiu recursos financeiros e estimulou um intenso fluxo migratório, o processo de ocupação ganhou características próprias (LUI, 2012), saindo o governo federal da condição de ator principal do processo de ocupação da Amazônia, passando o setor privado então, a vanguarda da transformação da paisagem amazônica.

As transformações de grande escala das paisagens amazônicas deixaram de obedecer à lógica do planejamento estatal para se adaptar à lógica econômica capitalista, onde se destacam: a desvalorização do Real no início dos anos 2000 (KAIMOWITZ et al., 2004), criando vantagem no mercado internacional; a lucratividade superior da pecuária na Amazônia, frente a regiões pecuárias do Centro-Sul (ARIMA et al., 2005) e a lógica de acumulação de patrimônio e renda no segmento de produção familiar (GUANZIROLI, 2000). Essas características aliadas à melhoria no status sanitário em relação ao controle da Febre Aftosa, com abertura de novos mercados facilitaram a exportação de carne produzida na Amazônia. A expansão da pecuária no bioma amazônico foi apoiada por obras governamentais de infraestrutura, tais como, estradas e energia elétrica (KILLEN, 2007).

Atualmente, a pecuária na Amazônia é uma atividade de grande repercussão econômica praticada por grandes, médios e pequenos produtores, que levaram a Amazônia a possuir o maior rebanho bovino do Brasil, com atuais 80.046.890 cabeças de gado, representando 36,95% do efetivo nacional (NEVES, et al., 2014) e com crescimento acima da média nacional, sendo que, entre os anos de 2002 e 2014 representou 85% do crescimento da pecuária no Brasil. O estado do Pará, onde a pecuária tem forte participação no Produto Interno Bruto (PIB) estadual, possui um rebanho de aproximadamente 18 (dezoito) milhões de cabeças, o quarto maior do país; entre os anos de 2003 a 2013, o estado teve uma taxa de crescimento do rebanho 10 (dez) vezes superior ao nacional, que cresce 0,69% ao ano, frente aos 6,38% do estado do Pará.

1.1.1 Pecuária e Desmatamento

De acordo com dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e Instituto Nacional Pesquisa Espaciais (Inpe), a pecuária ocupa uma área de 44,7 milhões de hectares na Amazônia legal. A pecuária esteve na vanguarda do desmatamento nos últimos 40 anos.

Entre os anos de 1990 e 2013, o efetivo bovino na Amazônia Legal saltou de 26.258 milhões de cabeças para 80.046 milhões de bovinos e o efetivo brasileiro no mesmo período saltou de 147.102 milhões de cabeças para 211 milhões de bovinos. O crescimento do rebanho brasileiro neste período foi majoritariamente conduzido pela expansão da pecuária no bioma Amazônico (NEVES et al., 2014).

A expansão da pecuária na Amazônia nas últimas quatro décadas levou a picos de desmatamento. A partir de dados do Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (Prodes) do Inpe, é possível constatar que esses picos de desmatamentos na região amazônica ocorreram nos anos de 1988 com 21.050 km², 1995 com 29.059 km², 2003 com 25.396 km² e 2004 com 27.423 km² (gráfico1)

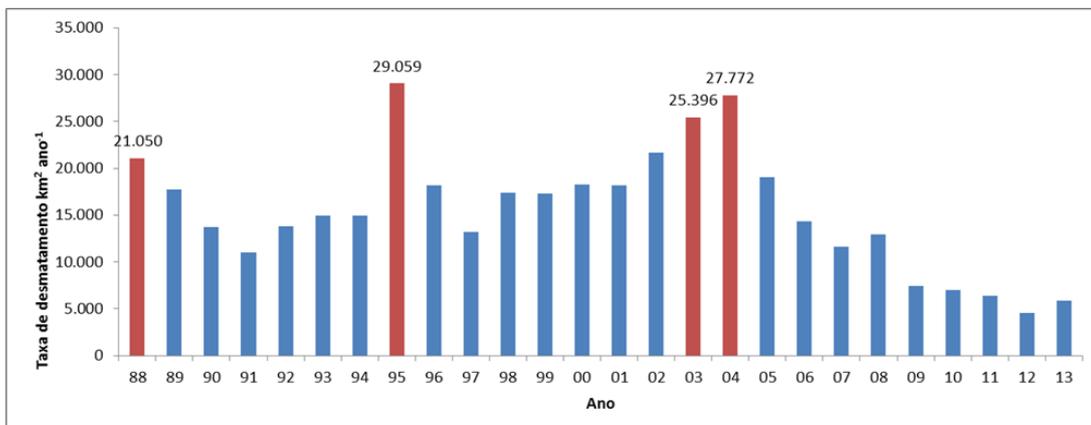


Gráfico 1 Picos de desmatamento na Amazônia Legal, no período de 1988 a 2013.

Fonte: Adaptado de NEVES et al., 2014.

Os estados líderes no desmatamento na Amazônia legal são: Mato Grosso, Pará e Rondônia, no período entre 1996 a 2005, a área desmatada atingiu uma média anual de 19,6 mil km². Entretanto, a partir de meados dos anos 2000 observa-se uma alteração no padrão pecuária e desmatamento na Amazônia. Lapola et al. (2014) apontam uma ruptura entre as taxas de desflorestamento e flutuações no tamanho de áreas de agricultura e pecuária nos diversos biomas brasileiros.

Em especial na Amazônia (gráfico 2), alguns fatores como: regulação do mercado interno, criação de áreas protegidas, governança maior do estado e barreiras de acesso a crédito, possivelmente permitiram o descolamento do desmatamento da expansão da agropecuária (MACEDO et al., 2012; NEPSTAD et al., 2014). Aliado a isto, o maior respeito de produtores a legislação ambiental, ao acesso à regulação fundiária e as inovações e adaptações tecnológicas (NEVES et al., 2014). No ano de 2012, foi registrada a menor taxa de desmatamento na Amazônia das últimas décadas, 4,7 mil km².

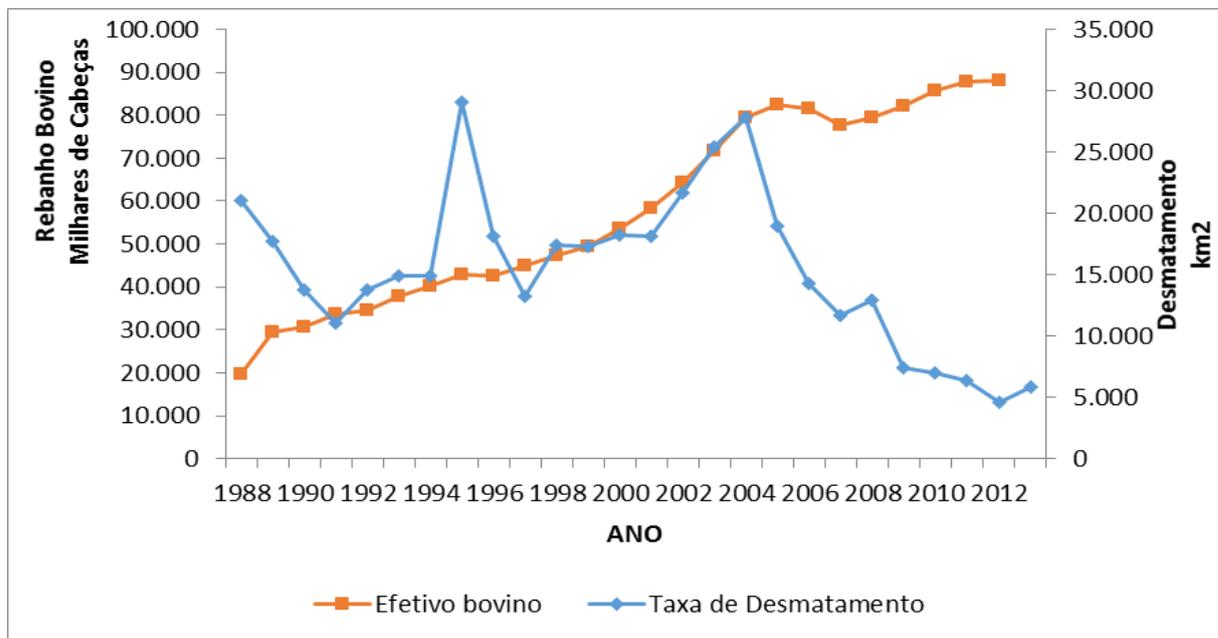


Gráfico 2 Evolução do rebanho bovino, por taxa de desmatamento na Amazônia Legal, no período de 1988 a 2013.

Fonte: Adaptado de NEVES et al., 2014.

Nepstad et al. (2014), estabeleceram três fases do desmatamento na Amazônia, que são: fase 1 - expansão agroindustrial, fase 2 - Presença do estado, fase 3 - performance territorial. Na fase de expansão agroindustrial do final dos anos 1990 a 2004 o desmatamento foi impulsionado pelo mercado externo de commodities e pelos avanços tecnológicos que permitiram a mecanização de extensas áreas, principalmente no sudeste da Amazônia, estado do Mato Grosso (NEPSTAD et al., 2006). Na fase 2, prevaleceu à presença governamental com mecanismos de monitoramento em tempo real das áreas desmatadas e presença de força policial e do Ministério Público Federal. Nesta fase, foi implantada a moratória da soja na Amazônia, que consistia na proibição de comercialização da produção de soja em áreas desmatadas após 26 de julho de 2006.

Outra estratégia utilizada para frear o desmatamento foi o aumento de áreas protegidas e territórios indígenas, que ao final desta fase representava 47% da região Amazônica (SCHWARTZMAN et al., 2010). Na fase 3, prevaleceu o controle em nível municipal e a restrição de crédito aos municípios com altos índices de desmatamento.

Atualmente, 62% da Amazônia Legal é coberta por florestas, 2% por rios e lagos, 20% por vegetação nativa não florestal, e 15% por áreas desmatadas (NEPSATD et al., 2014).

Nepstad et al. (2014) argumentam que a manutenção da atual cobertura florestal da Amazônia a longo prazo, dependerá dos rendimentos produtivos crescentes da pecuária em terras já abertas. É este segmento, que tem maior potencial de crescimento em produtividade em comparação com a agricultura. A intensificação da produção agropecuária no Brasil está em pleno andamento, segundo Lapola et al. (2014) a mesma ocorre acima da média mundial. A lotação por hectare (ha) de bovinos no período de 1990 a 2011 aumentou 45%. A intensificação da pecuária no bioma amazônico é a questão central para manter os índices de desmatamento em patamares baixos ou zero, permitindo a liberação de áreas atualmente utilizadas como pastagens para a expansão da agricultura (NEVES, et al., 2014; LAPOLA et al., 2014; NEPSATD et al., 2014).

1.1.2 Enquadramento Ambiental da Pecuária: O Código Florestal e a Legislação de controle ao desmatamento

O primeiro código florestal brasileiro, promulgado em 1934, considerou as florestas como bens de interesse comum a todos os habitantes do país e estabeleceu a obrigatoriedade de preservação de 25% da vegetação nativa das propriedades rurais. Nas três décadas seguintes, as regiões Sul, Sudeste e Nordeste avançaram sobre suas florestas, o que levou a promulgação da lei nº 4.771/65, que estabeleceu novos limites de preservação nas propriedades rurais, passando a região Sul, Sudeste e Nordeste à obrigação de preservação de 20% da área e, o Norte e a porção norte do Centro-Oeste para 50%. Na década de 80, duas novas leis foram promulgadas em resposta ao desmatamento crescente, a primeira, lei nº 7.511 de 1986, ampliou as áreas de preservação permanente; a segunda, lei nº 7.803 de 1989, incluiu a denominação “reserva legal” a vegetação nativa que toda

propriedade rural deveria manter e estabeleceu a obrigatoriedade de averbação junto aos cartórios de imóveis.

Em 1996, o então presidente da república Fernando Henrique Cardoso, em resposta a pressões de entidades ambientalistas, editou a medida provisória nº 1.511 de 18 de julho de 1996, passando a área de reserva legal na Amazônia de 50% para 80% e de 20% para 35% nas áreas de cerrado na Amazônia Legal e manteve para as demais regiões os percentuais de código de 1965. A medida provisória foi várias vezes reeditada e a última versão foi a MP nº 2.166 do ano de 2001.

Em 13 de fevereiro de 1998, foi promulgada a lei nº 9.605, denominada lei de crimes ambientais, onde o desmatamento é tratado como crime passível de multas e prisão. Possibilitando o embasamento legal para as operações federais de repressão ao desmatamento.

Dentro da política de comando e controle do governo federal em resposta aos índices de desmatamento, foi editado em 08 de agosto de 2002, o decreto nº 4.326 com objetivo de expandir e consolidar as áreas de proteção ambiental para garantir a conservação da biodiversidade na região, o chamado Programa de áreas protegidas da Amazônia.

Em 2004 foi lançado o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), assim como o lançamento do programa de Detecção de desmatamento em tempo real (Deter), para controle efetivo via satélite do desmatamento na Amazônia Legal.

O código florestal de 1965 foi ainda alterado pelas leis nº 11.284 de 02 de março de 2006, lei de gestão de florestas públicas e pela lei nº 11.934 de 05 de maio de 2009.

As diversas mudanças inseridas no código florestal e a estrutura governamental de operacionalização das leis ambientais resultaram em situações que para os produtores rurais se traduziram em insegurança jurídica. Por outro lado, as pressões ambientalistas, em decorrência do desmatamento recorde registrado no ano de 2004 com a eliminação de 27.423 km² de florestas, provocou uma reação governamental que resultou em ações mais rigorosas de combate ao desmatamento, realizando-se apreensões de rebanhos criados em áreas de desmatamento irregular e assinatura de Termo de Ajuste de Conduta (TAC) junto

aos frigoríficos, para impedir a aquisição de animais para abates procedentes de fazendas com histórico de inconformidade ambiental.

Em 21 de dezembro de 2007 foi editado o decreto nº 6.321 que tratava sobre o registro e embargo de áreas desmatadas, permitindo o lançamento da lista negra de municípios responsáveis por 50% do desmatamento na Amazônia em 2007. A edição do decreto nº 6.514/08, em 2008, tornou mais dura as sanções administrativas relativas às agressões ao meio ambiente e fixou prazos para averbação de reserva legal. Em 28 de fevereiro de 2008, foi editada a resolução nº 3.545 do Banco Central do Brasil estabelecendo os critérios para regularização ambiental de acesso a créditos no Bioma amazônico.

Em estudo realizado no município de Santarém, estado do Pará, constatou-se que apenas 9,5% das propriedades visitadas encontravam-se de acordo com as normas de reserva legal para a região, que é de 80%, sendo que um dos fatores determinantes para esta utilização da área é relacionado ao tempo de ocupação das propriedades, uma vez que muitos produtores alegam ter realizado desmatamentos antes da medida provisória de 1996 que instituiu estas novas regras (MINERVINO et al., 2008).

A fiscalização mais rigorosa por parte dos órgãos de controle ambiental, aliado a necessidade dos produtores rurais de compatibilidade jurídica para exercício de sua atividade, levou a discussão da necessidade de reforma do código florestal brasileiro. Por conta disto, foi apresentado no congresso o Projeto de Lei complementar de número 30/11 e que após controversa e, calorosa discussão entre produtores rurais e ambientalistas foi aprovada. Em decorrência, surgiu a lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 estabelecendo o novo código florestal brasileiro, o qual enfatiza o desenvolvimento sustentável e procura conciliar a preservação ambiental com a produção rural.

Dentre as inovações no novo código florestal brasileiro, destaca-se a instituição do conceito de área rural consolidada como sendo aquela com ocupação antrópica anterior a 22 de julho de 2008. Nesses casos, o produtor pode continuar com suas atividades em áreas de proteção permanente (APPs), com adoção de técnicas de conservação do solo e águas que visem mitigar eventuais impactos e a manutenção dos níveis de reserva legal pela vegetação existente até 22 de julho de 2008, em propriedades com até 4 (quatro) módulos fiscais. O código criou ainda o Programa de Regularização Ambiental (PRA) que estabeleceu o prazo de 2 (dois)

anos para a recomposição da reserva legal, suprimida irregularmente. A partir da adoção dessas medidas, registram-se algumas modificações relativas à preservação ambiental, como por exemplo, a diminuição de taxas de desmatamento na Amazônia.

Em 2012, foi registrada a menor taxa de desmatamento da história (4.571 km²), desde o início de medições pelo Inpe. Ao analisar as taxas de desmatamento na Amazônia Legal de 2004 a 2012, nota-se uma variação negativa de 84%, reforçando a mudança de comportamento dos produtores rurais na Amazônia. O estado do Pará, no período, apresentou recuo no desmatamento de 80%, embora ainda seja o estado com maior índice de desmatamento na Amazônia (NEVES et al., 2014).

Diante deste fato, em 2011, o governo do Pará lança o Programa Municípios Verde (PMV), com objetivo de assentar a base produtiva regional da agropecuária de acordo com critérios do desenvolvimento sustentável. Do programa participam produtores, empresários, governo, entidades não governamentais e a população em geral. Dentre as metas do programa estava à adesão de 100 municípios até o fim de 2013, desmatamento anual menor que 40 km² em cada município, além do fortalecimento da estrutura ambiental e fundiária dos municípios.

De acordo com o boletim do PMV (2013) 4 (quatro) municípios paraenses responderam por 57% do desmatamento no Pará no ano de 2013, são eles: Altamira, Novo Progresso, Itaituba e São Félix do Xingu, municípios localizados em áreas classificadas como de desmatamento especulativo e assentamentos ao longo da BR 163 e Transamazônica. De acordo com Nepstad et al. (2014) a maior presença governamental nas diferentes esferas, municipal, estadual e principalmente federal, com maior controle das atividades produtivas e seus impactos no desmatamento regional foi fundamental para a redução do desmatamento na Amazônia a partir de 2004.

Aliado ao maior controle ambiental das atividades rurais, a regularização fundiária na Amazônia ganhou impulso com a edição da lei nº 11.952 de 25 de junho de 2009, que simplificou a titulação de áreas até 4 (quatro) módulos fiscais (unidade de medida, em hectares, cujo valor é fixado pelo INCRA para cada município). Ainda em 2009, foi iniciado o programa Terra Legal Amazônia com o objetivo de titular com celeridade 150 mil imóveis de posseiros na Amazônia. De acordo com dados da Secretaria Extraordinária de Regularização Fundiária na Amazônia legal (2013), o

programa Terra Legal Amazônia possui atualmente 107.427 posseiros cadastrados, representando 13.385.406 hectares.

Além das mudanças decorrentes da regularização fundiária e ambiental há outras que podem ser percebidas por meio de uma visão sistêmica da pecuária, ou seja, como um sistema que interage com outros sistemas como a lavoura e o mercado, que resulta numa nova relação homem/natureza, com efeitos benéficos do ponto de vista econômico e ambiental.

Assim, a necessidade de adequação dos produtores à legislação ambiental, a consciência crescente das entidades de produtores e a exigência dos mercados consumidores de uma produção pecuária mais sustentável, têm levado a mudanças no modo de produção em diversas regiões brasileiras, em especial na Amazônia, onde a pecuária passa por um processo de modernização. Este processo busca elevar a produtividade através do melhoramento de pastagens, com a renovação de áreas já abertas e incorporadas ao processo produtivo, tornando-as novamente viáveis economicamente e evitando novos desmatamentos, garantido assim, a manutenção do padrão de chuvas regional, o fluxo dentro da normalidade dos rios, a diminuição de assoreamento e principalmente a preservação da biodiversidade em suas diferentes escalas.

As diferentes interfaces envolvidas no conceito de pecuária sustentável, obrigatoriamente passam pela utilização crescente de tecnologias, que envolvem tanto aspectos voltados aos animais, quanto aspectos voltados a conservação do solo e nutrição das gramíneas.

2 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA PRODUÇÃO PECUÁRIA. PERSPECTIVA DE SUSTENTABILIDADE.

É evidente que a preocupação com sustentabilidade nem sempre expressa uma preocupação ou posição singular, e sim, a necessidade de uma explicação sistêmica, onde diversos atores com suas próprias fronteiras conceituais transitam e interagem. Neste sentido, entre os problemas do mundo contemporâneo, está a sustentabilidade, problema de abrangência global e de natureza tão complexa que a pesquisa disciplinar simplesmente não dá conta de explicar e resolver, em especial no multi-ecossistema amazônico. Desta forma, para o entendimento deste problema, faz-se necessário à conceituação de sustentabilidade, dentre as inúmeras vertentes conceituais.

Para Sachs (2004) o conceito de sustentável está resumido em sustentabilidade social, com redução das desigualdades sociais, sustentabilidade econômica, com aumento da produção e da riqueza social, sem dependência externa e sustentabilidade ecológica, com melhoria na qualidade do meio ambiente e preservação das fontes de recursos energéticos e naturais para a próxima geração.

Conway (1987) considerava um agrossistema sustentável com base na produtividade alcançada frente a menores insumos aplicados a produção. Esta concepção de eficiência foi bastante discutida no fim do milênio, onde energia e matéria são utilizadas de forma mais eficiente e a sustentabilidade de um sistema ou modelo deveria ser quantificada (FENZL, 1997).

Weizsäcker (1992) considerava a eficiência como a relação entre agregação de valor e a quantidade de recursos empregados, já Schmidt-Bleek (1994) considerava “intensidade material por unidade de serviço”, em que produtos ou serviços prejudicam o meio ambiente. Nesta visão, o termo sustentabilidade ganha uma nova denominação de acordo com Wilkins (2008), a ecoeficiência, onde a produção estaria relacionada a uma utilização mais eficiente ou com menores recursos de água, terra e insumos. Utilizando este conceito de ecoeficiência, Lopes (2014) em sua dissertação de mestrado, avaliou a ecoeficiência na agropecuária nos municípios da região Norte, chegando à conclusão que dos 249 municípios pesquisados, apenas 14 (quatorze) são ecoeficientes.

Arima e Uhl (1996) há 20 (vinte) anos já apontavam a pecuária como sendo ineficaz do ponto de vista econômico, social e ambiental e a necessidade de modernização da atividade em busca de um modelo mais sustentável. Margulis (2003), no entanto, apontou a tendência de transição com mudanças de técnicas de manejo, de pastagens e de tecnologia e, sustentou que as pastagens recuperadas na Amazônia mudam a condição de rentabilidade da pecuária, passando a mesma a um status de rentabilidade positiva e apontou para uma tendência crescente de sustentabilidade na pecuária regional. Fato este, contradita na concepção de Fearnside (2006), onde no seu entendimento a sustentabilidade da Amazônia está relacionada a manutenção da floresta em pé e aos serviços ambientais que a mesma pode proporcionar como manutenção da biodiversidade, ciclagem da água e mitigação de efeito estufa com armazenamento de carbono.

Macgrath (1997), no entanto, alerta para o fato da necessidade de aceitação que a Amazônia será em grande parte um ecossistema humanizado e, o foco deverá ser a manutenção da produtividade em longo prazo, com a maximização dos fluxos de nutrientes (matéria) e energia.

Verifica-se, portanto, que a explicação da atividade pecuária assentada em bases sustentáveis na Amazônia, requer um trânsito por diversas disciplinas como: a economia, para explicar a forma de ocupação e uso da terra, explicar a dinâmica do processo produtivo anterior e atual e seus reflexos na economia regional; a sociologia, para abordagem da formação dos atores sociais na região e suas interações e perspectivas de desenvolvimento; a geografia, para explicar a ocupação do espaço territorial, suas fragilidades e vantagens no cenário produtivo; a zootecnia, para explicar o modo de produção atual, índices pecuários, características produtivas em ecossistemas de várzeas e terra firme; a agronomia, para explicar as características dos solos voltados a prática pecuária e sua viabilidade, além de como manter a saúde do solo e gramíneas em um sistema de produção mais intensivo, através de diferentes práticas de manejo, como integração lavoura-pecuária, pastejo intensivo e integração com florestas. É de acordo com esta perspectiva de integração multidisciplinar da atividade pecuária sustentável, que grande parte desta tese está assentada.

Considera-se ser imprescindível para a consolidação de uma pecuária sustentável o equilíbrio entre os 3 (três) pilares da sustentabilidade, que são: o meio ambiente, a economia e a sociedade, pois segundo a Organização das Nações

Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a demanda mundial por carnes e ovos terá um incremento de 73% por volta do ano 2050 e a maior parte desse crescimento, será em países em desenvolvimento, em regiões com crescente urbanização e crescimento de renda, visto que, quando ocorre o crescimento da renda, aumentam as despesas com produtos de origem animal (STEINFELD et al., 2006).

Este crescimento levará a uma pressão sobre as áreas produtivas e um possível avanço nas regiões de fronteira, como a amazônica. No entanto, os resultados recentes do controle do desmatamento precisam ser mantidos. Para Nepstad et al. (2014) os rendimentos crescentes da pecuária em áreas já abertas, podem garantir a manutenção da floresta em pé sem desmatamento, da mesma forma, a garantia de seus serviços ambientais, deste modo, é possível conciliar a produção com equilíbrio ambiental.

Observa-se que a pecuária vive um momento ímpar com a possibilidade da quebra de paradigma, no qual é vista como uma atividade predatória, com pouca utilização de tecnologia, ambientalmente frágil e ainda realizada com recursos antiquados e obsoletos.

Para Falesi et al. (2009) a sustentabilidade deve ser a base para o desenvolvimento econômico da agropecuária da região, através do aumento da produtividade, que reduzirá a pressão sobre o desmatamento, ainda segundo os autores, quatro segmentos são importantes na busca desse objetivo, que são: pecuária, reflorestamento, agricultura empresarial e familiar. Surge então, um novo conceito, a produção integrada. O modelo proposto, no entanto, só terá solução se o uso de tecnologias for incorporado ao sistema de produção, permitindo simultaneamente a busca do equilíbrio entre as variáveis agronômicas (agrostologia e zootecnia), ecológicas e socioeconômicas.

A experiência do processo produtivo na Amazônia aponta para a necessidade de diversificação do modelo econômico, priorizando sistemas integrados. Conforme expressam Santana e Santana (2006) o desenvolvimento da Amazônia requer conhecimento profundo, com espectro multi e interdisciplinar sobre as realidades locais e atuação coletiva para construir agendas consistentes e capazes de atender aos anseios da sociedade. Nos dois tópicos seguintes são abordadas as características de produção pecuária na Amazônia e nova visão de fazer pecuária de forma integrada em sistema de rotação ou sucessão com agricultura, aliada ou não

ao componente florestal e finalmente as inovações quanto aos aspectos de evolução das biotecnologias reprodutivas na pecuária.

2.1 PRODUÇÃO PECUÁRIA E PASTAGENS NA AMAZÔNIA

A produção pecuária no Brasil está baseada principalmente na utilização de pastagens, o que torna esta atividade, em nível mundial, altamente competitiva. No entanto, a degradação das pastagens é um fator importante, que compromete a sustentabilidade da pecuária, pois leva a degeneração das características físico-químicas do solo acarretando perda de produtividade (BALBINO et al., 2011; MACEDO, 2009).

Na região Amazônica, a utilização exclusiva de pastagens na pecuária favorece o empobrecimento dos solos e após alguns anos de perda constante de nutrientes ocorre a degradação das pastagens, com propagação de plantas daninhas e conseqüente pressão de desmatamento de novas áreas, que queimadas produzem pastagens de qualidade nos anos iniciais, mas com prejuízo evidente no médio prazo para os solos e o sistema produtivo (MINERVINO et al., 2008).

Na Amazônia, calcula-se que 50% das pastagens estão degradadas ou em processo de degradação (DIAS-FILHO, 2011). O ciclo de pastagens formadas sob método tradicional de corte e queima da floresta está bem esclarecido (VEIGA; TOURRAND, 2001), os primeiros cinco anos, após a formação, da pastagem são adequados para atender as necessidades dos animais e mantêm satisfatório volume de massa foliar, a partir de então, começa a perda gradual de produtividade e vigor, perda de cobertura vegetal e aparecimento e predomínio de plantas daninhas. A pastagem entra em processo de degradação por conta de manejo inadequado, com altas cargas animal e tempo de repouso incorreto, inviabilizando a recuperação do pastejo e pisoteio, falta de manutenção da pastagem (roçagem periódica) e do solo (manutenção da cobertura e matéria orgânica), pragas e doenças e falta de adubação corretiva. Segundo Dias-Filho (2011) uma pastagem pode ser considerada degradada dentro de um universo relativamente amplo de condições, situadas entre dois extremos de produtividade agrônômica e biológica.

A sucessão secundária da área de pastagem por aumento de plantas daninhas provenientes do banco de sementes do solo caracteriza a degradação agrícola, com diminuição de produção econômica devido à pressão competitiva das

daninhas com o capim. A intensa diminuição da vegetação da área de pasto, provocada por degradação do solo de natureza química (acidificação e perda de nutrientes), física (erosão e compactação), biológica (perda de matéria orgânica) ou climática (estiagem prolongada) caracteriza a degradação biológica, com substituição do pasto por gramíneas nativas pouco exigentes, plantas daninhas adaptadas a este tipo de solo empobrecido e áreas sem cobertura vegetal (DIAS-FILHO, 2011). Pastagens submetidas a queimas frequentes, ou submetidas a pastejo excessivo são mais sujeitas à degradação biológica. No final desse processo está caracterizada a degradação do ecossistema com perda da biodiversidade, alteração no ciclo hidrológico, no ciclo do carbono e aumento da susceptibilidade ao fogo (XIMENES, 1997).

No processo de implantação das pastagens cultivadas na Amazônia, o capim Colômbio (*Panicum maximum*) foi a forrageira de maior utilização nos anos de 1970, no entanto, bastante exigente em fertilidade de solo não se adaptou aos solos Amazônicos, sendo gradualmente substituído por outras gramíneas como quicúio da Amazônia (*Brachiaria humidicola*) e posteriormente Brachiarias, em especial a *Brachiaria brizantha* cv Marandu ou capim braquiarião que predomina nas pastagens Amazônicas (DIAS-FILHO, 2011; VEIGA; TOURRAND, 2001).

Apesar do domínio agrônômico atual em relação às forrageiras e suas exigências de fertilidade e manejo, faz-se necessário a modernização do sistema de produção pecuário e a busca constante por maior eficiência, viabilizando o enquadramento ambiental e abertura de novos mercados a partir de então. A disponibilidade do maior monitoramento do desmatamento das propriedades pecuárias na Amazônia e a necessidade dos pecuaristas de adequação ambiental surge de forma mais consistente nos grupos de pesquisas em sistemas de manejo produtivos, com ênfase em pastagens, confinamento, e principalmente produção em sistemas integrados via ILPF (BOWMAN et al., 2012).

A utilização de tecnologias apropriadas voltadas a manutenção/recuperação das pastagens conduz ao aumento de produtividade com impactos ambientais e sociais. Ambientais, porque permitem aumentar a produção sem necessidade de abertura de novas áreas, diminuindo a pressão de desmatamento. Sociais, porque aumentam a oferta de alimentos para atender à crescente demanda fruto da expansão demográfica e da renda de diversos países, principalmente dos emergentes (SANTO et al., 2013). Stabile et al. (2016) em recente estudo sobre

oportunidades de intensificação de bovinocultura de corte no Mato Grosso, concluíram que o produtor pode aumentar a produção de 4,3 (quatro, três) arrobas por hectare por ano (@/ha/ano) para 10,5 (dez, cinco) @/ha / ano, com um custo de R\$ 560,00 / ha e retorno do investimento em 5 (cinco) a 6 (seis) anos. Ainda segundo os mesmos autores, é possível sair de uma lotação inicial de animais de 1 (uma) unidade animal por hectare (UA/ha) para 3,5 (três, cinco) UA/ha dependendo do grau de intensificação aplicado na propriedade.

Na busca de tecnologias sustentáveis, deve ser levado em consideração o compromisso voluntário do Governo Brasileiro de redução das emissões em torno de 1 (um) bilhão de toneladas de CO₂ (dióxido de carbono) equivalente até 2020, firmado na Conferência das Nações Unidas sobre mudanças do clima (COP-15), realizada pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), em Copenhague, Dinamarca, em 2009. Para tanto, está sendo implementado um Plano de Agricultura visando, dentre outros, reduzir em 80% a taxa de desmatamento da Amazônia através da recuperação de pastagens e áreas produtivas degradadas, promovendo, dentre outras práticas, a ILPF (MAPA, 2013).

O suporte financeiro para adequação das propriedades em produtividade e sustentabilidade está assegurado através do programa “Amazônia sustentável” do Fundo Constitucional do Norte (FNO) do Banco da Amazônia. O Brasil é líder global na redução da emissão de gases do efeito estufa, onde as recentes quedas no desmatamento evitaram a emissão de 3,2 (três, dois) Gt de CO₂ para a atmosfera (NEPSTAD et al., 2014). Neste contexto, a verticalização da produção pecuária é fator fundamental para atingir as metas do governo federal de redução de emissões de gases de efeito estufa, inclusive colocando a pecuária como sorvedouro de CO₂ e não mais emissora por conta do desmatamento, invertendo um conceito danoso e estigmatizado da atividade pecuária.

Nos dois próximos tópicos são abordadas inovações tecnológicas que estão contribuindo e permitindo uma nova forma de fazer pecuária, um olhar novo, buscando a produção sustentável com a integração da produção através da ILPF e da inseminação artificial em tempo fixo (IATF).

2.2 SISTEMAS INTEGRADOS

2.2.1 Integração Lavoura – Pecuária

O marco conceitual sobre ILPF foi definido pela Embrapa (2011) como sendo “uma estratégia que visa a produção sustentável, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, e busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica”.

Os sistemas integrados de produção são um caminho de transição promissor, que atendem a maioria das questões relativas a necessidade de interação entre aspectos socioeconômicos e ambientais da produção tanto agrícola como pecuária, por conta da melhoria de serviços ecossistêmicos, ciclagem de nutrientes e melhoria das qualidades do solo, produtividade e gestão de riscos sobre flutuação de clima e mercado (MORAINE, 2016).

Os sistemas integrados podem ser classificados de 4 (quatro) maneiras:

1. Integração Lavoura – Pecuária (ILP) ou sistema Agropastoril;
2. Integração Pecuária – Floresta (IPF) ou sistema Silvipastoril;
3. Integração Lavoura – Floresta (ILF) ou sistema Silviagrícola;
4. Integração Lavoura – Pecuária – Floresta (ILPF) ou sistema Agrossilvipastoril.

Nesta tese, são abordados os sistemas ILP e ILPF como referência na recuperação de áreas de pastagens degradadas e aumento de produtividade, dentre tantas outras vantagens.

Uma das combinações dos sistemas integrados e opção de recuperação de áreas degradadas é a integração lavoura–pecuária (ILP), ou seja, a associação entre lavouras e pastagens no contexto de sistemas mistos, que permite a rotação de culturas com benefícios crescentes tanto para a pecuária quanto para agricultura (ALVARENGA; NOCE, 2005). Uma das propostas pioneiras de ILP foi descrita e adaptada por Kluthcouski et. al. (1991), denominada de sistema Barreirão, através da utilização de plantio de arroz em consórcio com a pastagem. Neste sistema, o solo é preparado no período seco com aração e posterior gradagem profunda para enterrar sementes de capim a uma profundidade que impeça a germinação, posteriormente o arroz é plantado, concomitantemente ao capim, porém mais

superficial. Após a colheita do arroz, o capim se estabelece agora fortalecido pela adubação residual do arroz.

A evolução do conceito de ILP para ILPF ocorreu com a introdução do sistema de plantio direto, técnica de cultivo conservacionista que mantém o solo com cobertura vegetal, plantas e resíduos vegetais, a fim de protegê-lo do impacto das gotas de chuva, do escoamento superficial e das erosões hídrica e eólica, sendo largamente utilizado nos processos de integração de atividades de lavoura e pecuária (CRUZ et al., 2006; DE MORAES et al., 2013), onde permite a melhoria dos atributos químicos do solo pela aplicação de corretivos e fertilizantes (CARVALHO et al., 2007).

Os diferentes sistemas de ILP, a nível espacial e temporal, permitem alcançar níveis elevados de produtividade e minimizam os impactos ambientais negativos, ligados a intensificação agrícola. Isto ocorre, em razão das pastagens permitirem melhor ciclagem de nutrientes, o que reduz os fluxos de perda para a atmosfera e para a hidrosfera, além de incrementar a biosfera vegetal, animal e microbiana, que participam da dinâmica da matéria orgânica e mantém a qualidade do solo. Mesmo com estas vantagens, os produtores mostram-se receosos a introdução de animais em áreas de lavoura devido ao risco da compactação do solo pelo pisoteio.

Estudos realizados com ILP no Rio Grande do Sul demonstraram efeitos negativos do pastejo a compactação (CARVALHO et al., 2011). No entanto, pesquisas recentes mostram maiores valores de carbono e nitrogênio no solo em áreas sob integração com pastejo moderado do que em áreas sem pastejo (LANG et al., 2011).

Dentre as combinações de ILP na rotação de culturas anuais/pastagens perenes, as áreas de culturas anuais e pastagem perene se alternam a cada dois ou três anos, utilizando o Sistema de Plantio Direto (SPD). A amortização dos valores da recuperação das áreas de pastagens é um dos principais motivos de adoção da integração pelos pecuaristas, além da diversificação da produção, utilização de adubação residual e aumento de renda da propriedade rural (DIAS-FILHO, 2011), de acordo com Salton et al. (2002) a semeadura direta de soja sobre a braquiária é uma prática recente, mas muitos produtores rurais já perceberam a sua eficácia especialmente quanto ao aspecto econômico. Os efeitos desta cultura na forrageira subsequente são fundamentais à melhoria das gramíneas, da mesma forma que os efeitos destas na cultura da soja são também bastante evidentes.

A quebra do manejo de monocultivo, a produção de palhada no sistema de plantio direto, a melhoria na qualidade do solo, utilização mais eficiente da área com geração de empregos e a pressão da sociedade sobre o plantio exclusivo de soja na Amazônia, tem levado alguns produtores, em especial nos municípios de Paragominas e Santarém, a utilizarem também o sistema de produção integrado lavoura – pecuária (EI-HUSNY, 2010; NEVES et al., 2014). Porém, ainda de forma bastante incipiente.

A utilização da integração lavoura–pecuária requer maior grau de especialização pela sua complexidade, além de maiores riscos e investimentos em comparação aos sistemas de produção tradicionais, no entanto, as melhorias físico-químicas e biológicas do solo com consequente melhoria na fertilidade e intensificação do solo justificam tal prática (FRANCHINI et al., 2011).

É importante destacar a crescente valorização das terras agrícolas no estado do Pará, que apresentou entre 2009 a 2011 uma taxa de crescimento de 28%. Por outro lado, na região de Santarém, a valorização foi de 44% (ANUALPEC, 2012). Esta valorização ocorreu em função de uma intensa peregrinação de produtores de outras regiões do país a procura de terras férteis e de baixo custo a partir de 1995. Um novo ciclo produtivo se iniciava junto ao aumento da produção e produtividade de *commodities*. Atualmente, esses produtores manifestam a necessidade da busca por sistemas produtivos que agreguem tecnologias sustentáveis capazes de aumentar a produção, sem ampliação das fronteiras do desmatamento na região.

Na região Amazônica, existem polos agrícolas, onde a produção de grãos está consolidada, com destaque para a soja como primeira cultura e milho na segunda cultura ou “safrinha”. Os agricultores, em sua maioria, utilizam o processo de plantio direto e recentemente alguns produtores começaram a adotar após a cultura de soja e milho o plantio de *Brachiaria ruziziensis* para produção de forragem, visando à utilização de animais para engorda e recria e subsequente produção de palhada para novo plantio de soja no sistema de plantio direto.

Os resultados benéficos do sistema para agricultura são: um solo melhor estruturado, devido ao sistema radicular e a deposição de matéria orgânica na superfície e sub-superfície do solo (LOSS et al., 2011) e redução do uso de agroquímicos em virtude da quebra do ciclo de pragas, doenças e invasoras (VILELA, 2008). Spera et al. (2009) ao estudarem a rotação de produção de grãos

com pastagem perenes encontraram um aumento na matéria orgânica do solo e uma menor compactação pelo advento do plantio direto na área de forma contínua.

Apesar dos resultados benéficos dos sistemas ILP, El-Husny (2010) estudando um solo cultivado com milho em sistema convencional associado ao plantio de braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) no município de Paragominas, estado do Pará, registrou a proporcionalidade no sentido dos menores valores de biomassa microbiana, respiração basal e quociente respiratório, variáveis que podem ser utilizadas na avaliação da qualidade do solo, quando comparada à mata, indicando uma condição de alteração no sistema, no sentido de perdas de carbono. Entretanto, a medida da respiração do solo é variável e possui estreita relação com as condições abióticas do solo, sendo influenciada pela umidade, temperatura e aeração, segundo, o mesmo autor.

A experiência bem-sucedida de agricultores pioneiros no uso dos sistemas integrados tem causado um efeito multiplicador dessa tecnologia na outra ponta do sistema. Os pecuaristas estão aderindo à agricultura para a renovação dos seus pastos e diversas parcerias começam a ser firmadas, nas quais áreas com pastagens pouco produtivas são cedidas para o cultivo de grãos, sendo posteriormente devolvidas com um pasto vigoroso, com maior capacidade de suporte e viabilizando novamente a pecuária nessas áreas. O manejo mais tradicionalista da pecuária é um obstáculo para a entrada de pecuaristas nas atividades agrícolas com fins de recuperação de áreas de pastagem degradadas, onde quase inexistente na região, pecuaristas atuando de forma individual nesta nova modalidade. A parceria entre agricultores e pecuaristas é o caminho apropriado na região para esta nova forma de integração.

2.2.2 Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF): O componente florestal

A ILPF é um sistema que integra os componentes, lavoura, pecuária e floresta, em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área. A introdução do componente arbóreo é um avanço na produção de sistemas integrados, que aproveitam as sinergias dos diversos componentes, além de promoverem adequação ambiental e possibilitarem viabilidade econômica (BALBINO et al., 2011). O componente florestal pode estar associado à produção de grãos em regiões com clima e solo favoráveis, onde a agricultura permanece por 1(um) ou 2 (dois) anos até

que o componente arbóreo esteja com desenvolvimento suficiente para não ser prejudicado pelo pastejo dos animais.

Dentre as inúmeras vantagens do sistema, o bem estar animal, destaca-se, pois o microclima criado pelas sombras das árvores aumenta o conforto térmico do animal e conseqüentemente alavanca a produção. No bioma Amazônia, a ILPF está implantada em uma área aproximada de 3.500ha, no entanto, com potencial para utilização de 1.370.000ha (BRASIL, 2010), faltando para tal maior engajamento entre pesquisadores e os setores produtivos, assim como é necessário maior investigação para definição das espécies arbóreas nativas da Amazônia com potencial de utilização em sistemas integrados de produção, pois atualmente o que predomina a nível nacional é a utilização do eucalipto (*Eucalyptus spp*). Porém, na região amazônica, além do eucalipto (*Eucalyptus urophilla*), tem-se trabalhado com paricá (*Schizolobium amazonicum*), Teca (*Tectona grandis L.*) e mogno africano (*Khaya ivorensis*), como componentes arbóreos.

Segundo Veiga et al. (2000) as limitações tecnológicas ao sistema ILPF são: falta de persistência da pastagem sob as árvores, danos as árvores ocasionados pelos animais, e crescimento menor das árvores. Neste sentido, faltam estudos para definir a melhor configuração espacial da distribuição das árvores na Amazônia, onde as árvores plantadas em renques simples ou múltiplos, com espaçamentos definidos de acordo com interesse do produtor de privilegiar produção de madeira ou de grãos e pecuária. A árvore ideal para utilização em sistemas de ILPF deve ser aquela com crescimento inicial rápido, copa reduzida e fuste longo, diminuindo desta maneira o sombreamento e não comprometendo a produção da pastagem (EMBRAPA, 2011).

Dentre as dificuldades de implantação do componente arbóreo em sistemas integrados, tem-se: o alto investimento inicial, demora do retorno econômico, falta de infraestrutura e mão de obra especializada e a complexidade do sistema, onde o produtor necessita dominar práticas de manejo bastante diferente das empregadas na pecuária convencional (DIAS-FILHO, 2011).

Uma das formas de superar esses entraves de implantação do componente florestal é o financiamento governamental através de linhas de crédito especiais, focadas em pecuária de baixo carbono, aliadas ao pagamento de serviços ambientais gerados pelo uso de sistemas de produção integrados (DIAS-FILHO, 2011).

Desta forma, os sistemas integrados, considerados como nova modalidade produtiva, reforçam a necessidade de maior investimento em pesquisa regional para adequação da tecnologia a esta demanda e disseminação entre os produtores passíveis de utilizá-las.

2.3 BIOTECNOLOGIAS REPRODUTIVAS NA PECUÁRIA

Um dos fatores limitantes dos sistemas de produção pecuário na região Amazônica é a baixa eficiência reprodutiva e melhoramento genético lento dos rebanhos (MINERVINO et al., 2006). Dentre as várias tecnologias para o melhoramento genético do rebanho, a utilização de touros melhoradores através do uso das biotecnologias reprodutivas como inseminação artificial (IA) e inseminação artificial em tempo fixo (IATF) têm merecido destaque.

Nos últimos anos têm crescido a participação de fazendas que utilizam biotecnologias reprodutivas. Segundo informações da Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA) nos anos de 2010, 2011 e 2012 foram comercializados no estado do Pará, 503.779, 619.011 e 744.132 doses de sêmen, respectivamente. O crescimento da venda de sêmen de 2010 para 2012 no Pará foi de 47,71%, aumento significativo frente ao avanço nacional de 27,19%. Ao analisar os anos de 2011 e 2012 verifica-se um crescimento nacional na comercialização de sêmen de 3,64%, em face de um aumento de vendas no Pará de 20,21% (gráfico 3).

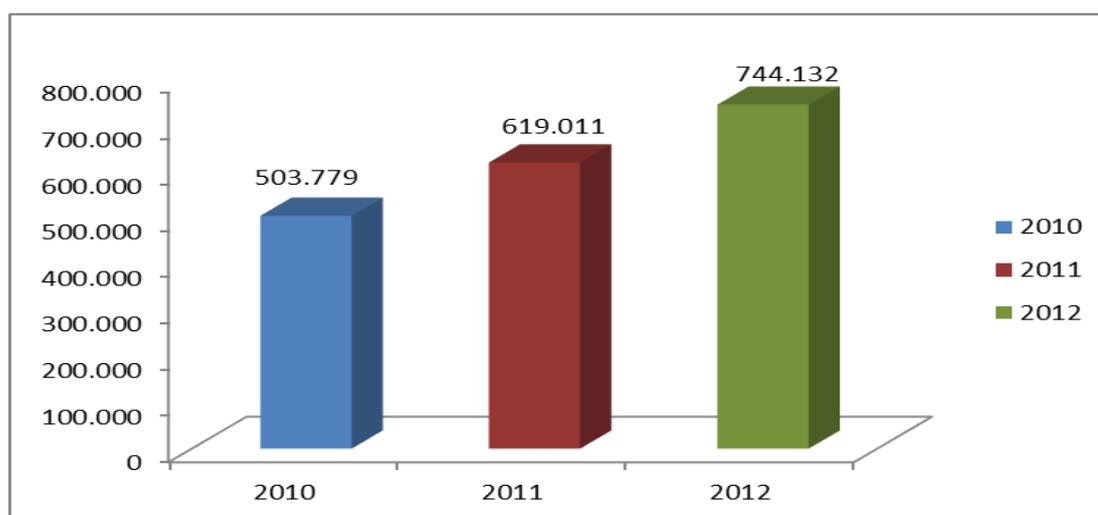


Gráfico 3 Evolução da comercialização de doses de sêmen no Estado do Pará, no período de 2010 a 2012.

Fonte: Elaboração Própria, 2017.

A inseminação artificial ao longo do tempo tem sido a principal ferramenta utilizada pelos criadores para disseminar genes melhoradores nos rebanhos. A maior utilização da inseminação artificial traduz-se em ganhos genéticos expressivos tanto para produtores de leite quanto de carne, pois a inseminação permite a utilização de touros provados e com grande consistência genética, o que tem levado a melhorias significativas dos índices zootécnicos regionais. No entanto, a inseminação artificial convencional apresenta algumas limitações, com destaque para a falha na observação de cios e anestro pós-parto, o que ocasiona baixa taxa de serviço, ou seja, as vacas não ciclam e, portanto, não são inseminadas.

Uma das explicações para o aumento acentuado da inseminação artificial é uma nova ferramenta reprodutiva chamada inseminação artificial em tempo fixo (IATF). A vantagem da utilização da IATF é que a mesma elimina o grande gargalo da inseminação artificial convencional que é a detecção de estro (cio), possibilita ainda a retomada da ciclicidade ovariana pós-parto, além de permitir a programação das datas de inseminações que podem ser executadas desta forma por técnicos ou inseminadores experientes (SALES et al., 2011) e já é utilizada rotineiramente na região Amazônica (VALE et al., 2011). A IATF utiliza um conjunto de protocolos hormonais à base de progesterona e estrógeno, que permitem a inseminação em horários pré-determinados. A proporção de prenhez por inseminação (P/AI), relatada com esse protocolo, tem sido de 48 a 57 % do total de animais inseminados (VALE et al., 2011). Em um recente estudo sobre efeitos de 2 (dois) ésteres de estradiol associados a gonadotrofina coriônica equina (eCG) ou hormônio folículo estimulante (FSHp) na taxa de prenhez de vacas Nelore submetidas a IATF no Oeste do Pará, Neves et al. (2016) encontraram 62,8% de taxa média de concepção no grupo com eCG e 50,49% no grupo com FSHp e concluíram que o uso do eCG em protocolos de IATF na Amazônia é importante para alcançar melhores taxas de prenhez e consequentemente difundir material genético de touros melhoradores.

Os fatores que mais afetam as taxas de prenhez são o escore de condição corporal e a ciclicidade das vacas (BÓ et al., 2007). Estima-se que no Brasil, a IATF já responda por 50% da venda de sêmen, algo próximo de 6.500.000 tratamentos de IATF na última estação de monta (BÓ et al., 2013).

Outro fator a ser considerado na Amazônia, é o aumento de cursos de nível superior, relacionados com as ciências agrárias que impulsiona mais ainda este

novo mercado, e cria um ambiente propício ao avanço das biotecnologias reprodutivas.

Portanto, o que se observa na região é que tanto grandes como pequenos criadores estão tendo acesso a essas novas tecnologias, garantindo desta forma a democratização do melhoramento genético e o avanço dos índices zootécnicos de forma geral, posto que a implantação de um programa de IATF requer uma série de melhorias na fazenda, necessárias à obtenção de bons resultados, tais como: a necessidade de mineralização para os animais, melhoria na oferta e na qualidade das pastagens, um manejo sanitário adequado, ou seja, é importante criar um ambiente de profissionalismo pecuário, o que refletirá nos índices zootécnicos gerais. Assim, em face deste novo cenário, é possível observar na Amazônia polos pecuários que atuam como irradiadores de genética melhoradora animal (NEVES et al., 2014) e fornecem os tourinhos para serem usados por grandes, médios e pequenos criadores.

3 ANÁLISE COMPARATIVA DA PECUÁRIA E MUDANÇAS NO TIPO DE USO DO SOLO NOS MUNICÍPIOS DO BAIXO – AMAZONAS, ESTADO DO PARÁ.

Na região do Baixo-Amazonas paraense a ocupação por atividades rurais foi inicialmente estabelecida obedecendo ao ciclo histórico e cultural da ocupação da Amazônia tradicional, baseado no acesso por rios e no controle do território pelos europeus que ao se casarem com os indígenas absorveram as populações as margens do rio, dando origem aos “caboclos” ribeirinhos.

Em termos econômicos, os ribeirinhos aplicavam uma atividade agrícola de subsistência, com práticas fundamentadas na origem indígena, voltadas ao mercado, baseadas na extração de produtos da floresta e dos rios. A partir de 1920, com a queda da produção da borracha na Amazônia, começou o incentivo a produção de juta e pimenta, e as várzeas abundantes da região do Baixo – Amazonas paraense, nesse período, respondiam pela produção agrícola e pecuária dos municípios da região.

A cultura da juta, um dos mais importantes ciclos econômicos das áreas ribeirinhas, contribuiu fortemente para o desmatamento das áreas altas de várzea (restingas¹), abrindo caminho, posteriormente, para a pecuária.

A pecuária no Baixo-Amazonas paraense era atividade econômica secundária, exercida por comerciantes locais e / ou pequenos produtores ribeirinhos que utilizavam os campos naturais de várzeas abundantes em pastagens nativas, devido à fertilidade do solo, periodicamente inundado pelo rio Amazonas. Neste período, a prática pecuária desenvolvida na região de várzea, visava o abastecimento das cidades ao longo dos rios, porém em quantidade insuficiente para atender a demanda regional, pois a mesma era praticada de forma extensiva, sem adoção de tecnologias e sem melhoramento genético dos rebanhos.

A pecuária ocupou um importante papel na atividade econômica das várzeas, sendo o destino preferencial dos lucros advindos com a produção de juta e pescado e fonte de leite e queijo para o mercado local no período seco (MacGRATH et al., 1993). Da introdução, dos bovinos, no século XVII até o final da década de 1970, a pecuária conviveu harmoniosamente com o ambiente amazônico no Baixo –

¹ Restingas são geofomações de topografia alta, localizadas nas margens dos rios e paranás que se inclinam suavemente para baixo, criando bacias insulares de lagos de várzea (MacGRATH et al., 1993).

Amazonas paraense, ocupando somente as áreas de pastos abundantes das várzeas, sem a utilização de áreas de terra firme.

A partir das décadas de 1960 e 1970, as regiões de planalto² ou Amazônia de Fronteira, passaram a ser mais utilizadas, devido a implantação por imigrantes nordestinos, da agricultura de subsistência e pequena produção pecuária, caracterizadas pela atividade de corte e queima das florestas, peculiar do espaço amazônico, e por pouca estabilidade territorial e diversidade agronômica (ARAÚJO; PONTE, 2011).

A pecuária na Amazônia, a partir de 1970 até meados da primeira década do século XXI avançou sobre a floresta em uma velocidade única no mundo, apresentando crescimento espetacular e garantindo o sucesso da política de ocupação territorial do governo federal, mas com um imenso passivo ambiental decorrente de políticas equivocadas de governo e de falta de consistência científica o que levou a graves problemas agronômicos e acelerado decréscimo de produtividade das pastagens, culminando com extensas áreas degradadas.

O Baixo-Amazonas paraense devido sua abundante extensão de áreas de várzeas aptas para a atividade pecuária no período seco e a tradição do uso da terra para a pecuária no ciclo várzea – terra firme, retardou o avanço sobre as áreas florestais de terra firme. No entanto, já no início dos anos 2000, Minervino et al. (2008), constataram em um estudo sobre as características do sistema produtivo da pecuária no município de Santarém/PA, que apenas 9,5 % das propriedades se encontravam de acordo com as normas ambientais vigentes em relação à área de reserva legal.

MacGRATH et al. (1993) criticaram a expansão da pecuária nas várzeas do Baixo-Amazonas colocando em dúvida a sustentabilidade dessa atividade e suas inter-relações com as comunidades ribeirinhas frente ao aparecimento de conflitos de interesse entre pescadores, agricultores e fazendeiros.

Os conflitos nas comunidades ribeirinhas e a expansão do número de bovinos e bubalinos, nas regiões de várzea, forçou o deslocamento dos rebanhos, tanto de grandes como de pequenos produtores, para áreas de terra firme, aumentando a pressão sobre a floresta na região. Desta forma, ocasionou alterações na forma

² Região de planalto - são as áreas localizadas na parte alta, não sujeita a inundação pelos rios, também denominada de AMAZÔNIA DE FRONTEIRA.

tradicional de criação, onde o gado no período seco pastava as abundantes e diversas forragens nativas, e no período de cheia permanecia em Marombas³. Uma nova configuração espacial no arranjo da pecuária é estabelecida a partir de então.

Aliado a isto, a partir de 1997 os municípios do Baixo-Amazonas paraense, começaram a praticar a agricultura mecanizada, com destaque para a produção de arroz e soja. Santarém e Belterra ocupam a posição principal de polos produtores, porém os municípios de Alenquer, Monte Alegre, Prainha, Óbidos, situados às margens do rio Amazonas e os municípios da Transamazônica e Santarém – Cuiabá no Oeste Paraense são influenciados pela nova modalidade produtiva (CASTRO, 2008).

A chegada da produção mecanizada de grãos no Oeste paraense elevou a preocupação ambiental quanto ao aumento do desmatamento na região, grilagem de terras, êxodo rural de pequenos agricultores familiares e aumento de conflitos de terras. A pecuária, neste novo momento, de redescoberta de nova fronteira agrícola na região, começa a se adaptar e a interagir com os novos atores que se apresentam.

Diante deste cenário de mudanças e rearranjo espacial das atividades agrícolas e pecuária e no sentido de compreendê-las, este estudo tem como objetivo avaliar o desenvolvimento da pecuária nos municípios de Santarém e Monte Alegre, do estado do Pará, a partir da análise multi-temporal do uso e cobertura de solos, correlacionando os índices pecuários e suas interrelações com a economia regional e desflorestamento, no período de 2001 a 2014.

³ Marombas são currais suspensos de madeira, onde os animais permanecem no período das cheias dos rios.

3.1 MATERIAL E MÉTODOS

3.1.1 Caracterização da região

O Baixo-Amazonas paraense abrange uma área de 317.273,50 km², composto por 12 municípios: Almeirim, Prainha, Monte Alegre, Alenquer, Santarém, Belterra, Curuá, Óbidos, Oriximiná, Juruti, Terra Santa e Faro. É a região situada entre o encontro do rio Xingu com o Amazonas até a divisa dos estados do Pará e Amazonas no município de Faro (figura 1).

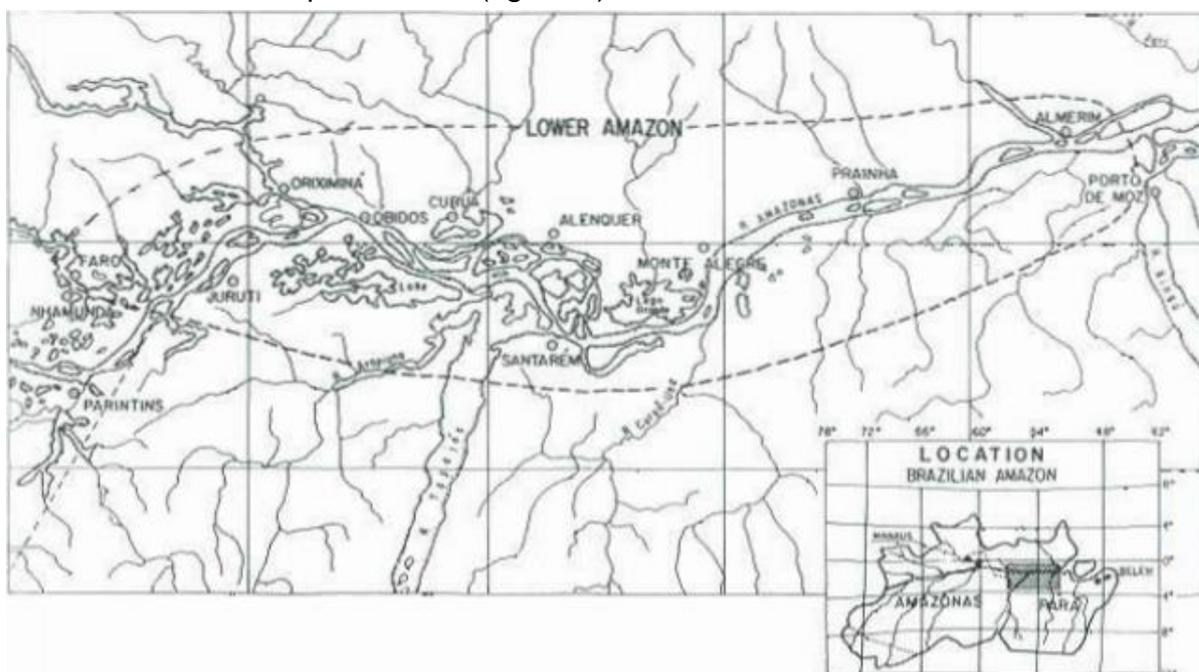


Figura 1 Região do Baixo-Amazonas paraense

Fonte: MacGRATH et al.,1993.

3.1.2 Caracterização da área de estudo

Dentre os 12 municípios do Baixo-Amazonas paraense foi selecionado para compor o presente estudo, os municípios de Santarém, por ser o município polo regional e Monte Alegre, por apresentar o maior rebanho bovino no período avaliado. Porém, foram acrescentados ainda os municípios de Mojuí dos Campos e Belterra, por estarem localizados na região metropolitana de Santarém e deste terem sido desmembrados, em 2012 e 1995, respectivamente.

3.1.2.1 Município de Santarém

Em 22 de junho de 1661 o padre João Felipe Bettendorf com o objetivo de catequizar os índios Tupaiuçus, fundou a aldeia Tapajós na foz do rio Tapajós que, posteriormente, deu origem a sede do município de Santarém, no estado do Pará.

Em 14 de março de 1758 o então governador do estado do Maranhão e Grão Pará, Francisco Xavier de Mendonça Furtado, elevou a aldeia Tapajós a categoria de vila com o nome de Santarém. A vila de Santarém foi elevada à condição de cidade pela resolução nº145, de 24 de outubro de 1848, assinada pelo presidente da província do Pará, Sr. Jerônimo Francisco Coelho (SEPOF, 2011).

No que se refere à localização, o município limita-se ao norte com os municípios de Óbidos, Alenquer, Monte Alegre e Curuá; a leste com os municípios de Prainha e Uruará; ao sul com os municípios de Rurópolis, Placas, Aveiro e Belterra; a oeste com o município de Juruti (figura 2). Atualmente, o município possui uma extensão territorial de 17.903,51 km², após o desmembramento da área de Placas, Belterra (1995) e Mojuí dos Campos (2012) (figura 2).

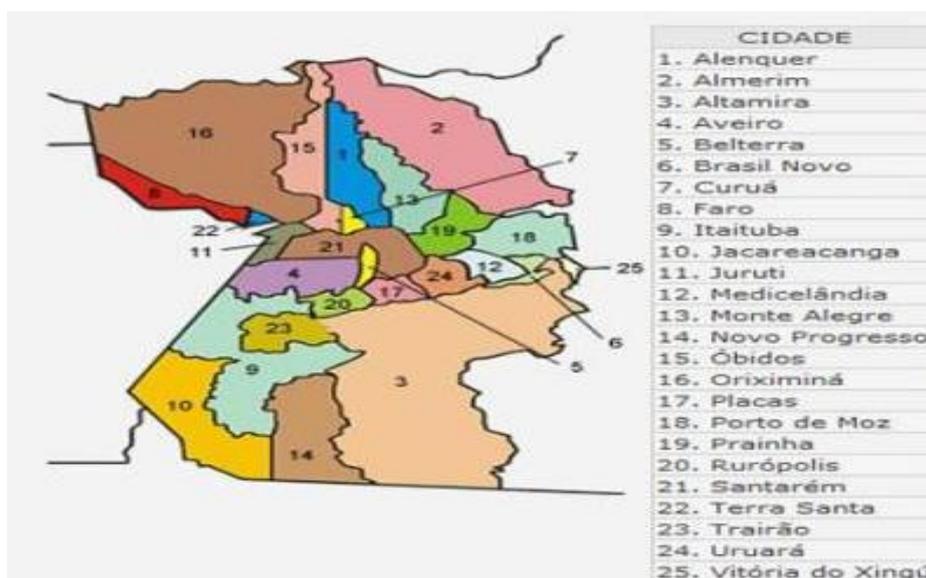


Figura 2 Município que fazem fronteira com Santarém.

Fonte: CNES, 2012.

Os solos do município de Santarém são predominantemente do tipo Latossolo amarelo, texturas médias e muito argilosas, há presença nas áreas de várzea do tipo Gley, pouco húmico eutrófico e aluvial eutrófico, texturas indiscriminadas.

A cobertura vegetal do município é composta pela Floresta Equatorial Latifoliada e Campos Cerrados. Nas áreas de várzea há o predomínio de espécies arbustivas e subarbustivas e campos aluviais.

A topografia é variada com cota máxima de 470 metros ao sul e de 20 metros nas proximidades do rio Tapajós e Amazonas. Segundo classificação de Köppen, o tipo climático da região é o Am, com temperatura média anual de 25,6°C, com médias máxima de 31°C e médias mínimas de 22,5°C. A umidade relativa do ar é superior a 80% em quase todos os meses do ano. A pluviosidade é de cerca de 2.000 mm anuais, divididos em duas estações bem definidas: a mais chuvosa nos meses de dezembro a junho, e a menos chuvosa ou seca nos meses de julho a novembro. O mês com maior precipitação é março e o com menor precipitação é setembro.

A economia do município passou por diversos ciclos econômicos desde a sua fundação, obedecendo ao ciclo de ocupação da Amazônia. Em termos econômicos, os ribeirinhos aplicavam uma atividade agrícola de subsistência, com práticas fundamentadas na origem indígena, baseadas na extração de produtos da floresta e dos rios, as chamadas *drogas do sertão* como cacau, cravo, salsaparrilha, baunilha, guaraná, ervas aromáticas, plantas medicinais e outras mais que atendiam a pauta de exportação dos colonialistas portugueses por falta de opção, frente ao fracasso de reprodução do sistema mercantilista com base agrária na Amazônia.

O ciclo seguinte ao da coleta das *Drogas do sertão* foi o extrativismo e o plantio semidomesticado do cacauero, que perdurou por quase dois séculos na região do Baixo-Amazonas (HOMMA et al., 2010). No início do século XVIII, o cacau já era responsável por aproximadamente 90% das exportações do Baixo-Amazonas e Santarém, no final do século com o auge da produção do cacau, já era um importante polo de comércio regional, que foi consolidado com o ciclo da borracha a partir de 1879, onde a população passou de 8 (oito) mil habitantes em 1883, para 41(quarenta e um) mil habitantes em 1920 (CÔRTEZ; D'ANTONA, 2012). O *deblaque* da borracha na Amazônia no início do século XX afetou fortemente a economia santarena que teve que se ajustar a nova realidade econômica.

Segundo Amorim (1999), a partir da década de 1930 a exportação de madeira assume o protagonismo na pauta de exportação em Santarém. Ainda na década de 1930, foi introduzida em Santarém a cultura da juta para atender a demanda crescente por sacaria para embalagens. As áreas ribeirinhas de Santarém e região

foram utilizadas para a produção de juta, levando a uma produção em 1944 de 820.000 kg, o maior volume exportado desse produto. No entanto, nas décadas que se sucederam a cultura entra em declínio, repetindo a característica amazônica de economia em ciclos. A cultura da juta um dos mais importantes ciclos econômicos das áreas ribeirinhas contribuiu fortemente para o desmatamento das áreas de várzea da região, abrindo caminho, posteriormente, para a pecuária nessas áreas (MacGRATH et al., 1993).

A lógica de ocupação da Amazônia deslanchada pelos militares no final de década de 1960 impactou positivamente a economia santarena, com: a construção da hidrelétrica de Curuá-una e rodovia PA 370 que dá acesso a ela, construção do cais de arrimo em frente a cidade, do porto municipal, a modernização do aeroporto, a construção de galerias pluviais, o asfaltamento de vias públicas, além da construção das rodovias Transamazônica - BR 230 (em 1972) e Cuiabá – Santarém - BR 163 (em 1973). O fluxo migratório advindo das políticas federais permitiu o surgimento de várias comunidades ao longo das novas rodovias e Santarém se consolidou como o centro comercial mais importante da região Oeste do Pará.

O início do processo de garimpagem de ouro na década de 1960, no médio e alto Tapajós, impulsionou fortemente a economia santarena, em especial na área de comércio e serviços, Santarém, tornou-se um importante polo comercial de máquinas e equipamentos, assim com, o principal fornecedor de insumos e alimentos para os garimpos da região do Tapajós. No entanto, o declínio da atividade extrativa de ouro nos anos de 1990, por conta da política econômica do governo do presidente Fernando Collor de Mello, com a desvalorização do ouro e a inviabilidade de lavra manual, levou a região a um processo de estagnação econômica e anseio por um novo ciclo de desenvolvimento econômico que permitisse a volta da prosperidade econômica do município e região.

A possibilidade de abandono da lamúria econômica do final dos anos de 1980 e a primeira metade dos anos de 1990, acontece com o início da atividade agrícola de grãos em Santarém e Belterra, proveniente de um conjunto de fatores que atuaram de forma sinérgica, possibilitando o início das atividades do agronegócio na região, entre elas destacam-se:

1. Possibilidade de pavimentação da BR 163 em sua totalidade, através do Programa Federal Avança Brasil;

2. É realizado em 1992, pelo produtor rural Eduardo Picão, o plantio pioneiro de arroz mecanizado (aproximadamente 30ha, em sua propriedade localizada no Km 42 da BR 163, atualmente município de Belterra). Nos anos de 1996/1997, as empresas Agrária S.A e Quincó Ltda., implantam uma área agrícola piloto de 50ha de soja, próximo a Santarém, fato este, que despertou grande interesse de produtores locais e, principalmente, de alguns produtores do Mato Grosso, ávidos por terras boas e baratas.
3. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a prefeitura municipal de Santarém, em 1997, avalizam a possibilidade de implantação do polo agrícola, e também realizam visitas a regiões produtoras do Mato Grosso e convidam os produtores locais a virem se instalar em Santarém;
4. A expansão do agronegócio no norte do Mato Grosso ao longo da BR 163 e no arco do desflorestamento, os preços internacionais elevados pela alta demanda mundial de soja e carne, criaram um ambiente propício a expansão da agricultura mecanizada na região de Santarém e Belterra, face aos preços e qualidade da terra.
5. Em 1999, a empresa multinacional Cargill anuncia o interesse em construir um porto graneleiro em Santarém, para escoamento mais eficiente da soja produzida no Mato Grosso, evitando o longo trajeto até o porto de Santos, e garantindo assim, obtenção de vantagem competitiva no transporte da soja ao mercado internacional, em face de localização geográfica do porto de Santarém. O porto foi inaugurado em 14 de abril de 2003, consolidando o cultivo mecanizado de grãos na região de Santarém e Belterra, e insere definitivamente o município na agricultura empresarial mecanizada. Em 2016, a Cargill embarcou 200 (duzentas) mil toneladas de soja dos produtores locais (Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos) e 4 (quatro) milhões de toneladas de soja oriunda do Mato grosso (comunicação pessoal).

A economia santarena na primeira década do século XXI, expressa as mudanças decorrentes do uso da terra, com a introdução do agronegócio na região. Segundo Pereira (2004), no ano de 2003 o setor primário respondeu por 33% do PIB de Santarém, alavancado pela produção de grãos, em especial, soja, milho e arroz. A soja em sua quase totalidade teve como mercado a exportação, em especial para o mercado chinês.

Maiores detalhes das transformações econômicas no município de Santarém, Mojuí dos Campos e Belterra são apresentadas na parte deste capítulo que trata dos resultados das mudanças do uso do solo e a correlação com os dados econômicos.

3.1.2.2 Município de Monte Alegre

Os missionários Capuchos da Piedade, em 1710 a margem esquerda do Amazonas, criaram um núcleo com os índios da aldeia de Gurupatuba, a partir da qual foi constituída a freguesia de São Francisco de Assis. Em 27 de fevereiro de 1758, o governador do estado do Maranhão e Grão Pará, Francisco Xavier de Mendonça Furtado, elevou a categoria de vila com o nome de Monte Alegre a antiga Freguesia de São Francisco de Assis. A vila de Monte Alegre foi elevada à categoria de cidade em 15 de março de 1880 pela lei provincial nº 970 (SEPOF, 2011).

Monte Alegre limita-se ao Norte com Almeirim, a leste com Almeirim e Prainha, ao sul com Prainha e Santarém, e a oeste com Alenquer.

Os solos do Município são predominantemente constituídos pelo tipo Latossolo bruno avermelhado e Podzólico vermelho – amarelo, equivalente eutrófico.

A cobertura vegetal do município é representada por uma fitofisionomia que acompanha as condições do relevo do território.

Nas áreas de terra firme, encontra-se a Floresta Equatorial Amazônica, embora com espécies de menor porte e formações secundárias ou Capoeiras em diversos estágios. Nas áreas alagáveis, há florestas de várzea. Nas porções planas, há Campos Abertos com presença de gramíneas duras, espécies arbustivas, assemelhando-se aos Campos Cobertos. Está presente, também, como vegetação campestre, os campos Altos, mais ricos que os Campos de Relevo Plano, com gramíneas e árvores dispersas. Nas porções mais elevadas das serras e chapadas está presente a Campinarana ou falsa Campina constituindo uma formação intermediária, onde se encontra associação de elementos florísticos de campos, campinas e matas.

A topografia do município apresenta grande variação, com cotas de 400 a 450 metros na sua parte mais setentrional. O sítio urbano apresenta áreas colinosas e serranas com parte mais alta de até 200 metros e mais baixa com 110 metros, caracterizando a cidade alta e baixa.

O tipo climático da região é do tipo Am (segundo classificação de Köppen), com temperatura média anual de 25°C, com médias máxima de 31°C e médias mínimas de 22°C. A umidade relativa do ar é superior a 80% em quase todos os meses do ano. A pluviosidade é de cerca de 1.969 mm anuais, divididos em duas estações bem definidas: a mais chuvosa nos meses de dezembro a junho, e a menos chuvosa ou seca nos meses de julho a novembro. O mês com maior precipitação é março e o com menor precipitação é setembro.

A evolução da atividade econômica do município de Monte Alegre se assemelha ao histórico já apresentado para o município de Santarém, do desenvolvimento em ciclos, no entanto, o município não apresenta agricultura mecanizada de grãos, continuando sua base agrícola voltada a pequena produção familiar, com excedentes comercializados regionalmente e com a pecuária como base econômica local.

3.1.3 Coleta de dados geoprocessamento

3.1.3.1 Base de dados utilizada

Para realização deste trabalho foi composta uma base de dados espaciais necessárias à classificação automática e geração das análise quantitativas ao longo dos períodos analisados, descritos a seguir:

- Seis cenas do Sensor TM (Thematic Mapper) do satélite Landsat-5 do ano de 2001, referentes as seguintes órbitas/pontos: 227/60, 227/61, 227/62, 227/63, adquiridas no repositório de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através do geocatálogo no site <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/> (quadro 1).
- Seis cenas do Sensor OLI (Operational Land Imager) do satélite Landsat-8 do ano de 2014, referentes às seguintes órbitas/pontos: 227/60, 227/61, 227/62, 227/63. Adquiridas no banco de imagens do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), através site <http://earthexplorer.usgs.gov/> (quadro 1).

Sensor/Satélite	Bandas	Resolução Espacial	Resolução Radiométrica	Faixa Imageada	Ano
TM/Landsat 5	3, 4, 5	30 metros	8 bits	185 km x 185 km	2001
OLI/Landsat 8	4, 5, 6	30 metros	16 bits	170 km x 185 km	2014

Quadro 1 Característica dos sensores utilizados

- Base Cartográfica (rodovias e vias de acesso, limite municipal, sedes municipais, localidades, etc.), escala 1:250.000, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponibilizadas no ano de 2013, com DATUM (sistema de referência geodésica composto de figura representativa da superfície terrestre) de referência sistema de referência geocêntrico para as Américas (SIRGAS) 2000, no formato shapefile (SHP), adquirida no portal <http://www.ibge.gov.br/>.
- Base Cartográfica dos limites de áreas protegidas, disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais (IBAMA) através do site <http://siscom.ibama.gov.br/>.

Para o Processamento Digital das Imagens (PDI) foi utilizado o Software ENVI versão 4.5, programa especialista em tratamento e classificação automática de imagens de sensores remotos. Para os processos de interpretação visual, análise, edição vetorial e cálculos de áreas e interpretação visual foi utilizado o Software SIG (Sistema de Informação Geográfica) ArcGIS® Esri.

As etapas principais deste trabalho foram executadas no Laboratório de Geoprocessamento, Análise Espacial e Monitoramento por Satélite (LAGAM), do Instituto Ciberespacial (ICIBE) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), com sede na cidade de Belém/PA, que possui completa infraestrutura de hardwares e softwares disponibilizadas para as análises desta etapa.

3.1.3.2 Metodologia de Trabalho

A escolha das imagens utilizadas nas análises obedeceu aos critérios de disponibilidade e qualidade visual quanto à quantidade de nuvens, onde foram adquiridas as cenas que melhor permitiram a correta visualização e classificação da cobertura de superfície.

3.1.3.3 Correções e Realce de Imagens

Ao trabalhar com imagens geradas a partir de sensores remotos orbitais, deve-se atentar para o fato que estas estão sujeitas a interferências da atmosfera que podem prejudicar processos automáticos de extração de informações (LATORRE et al., 2002), sendo assim, houve a necessidade de realizar a correção

atmosférica nas cenas provenientes dos satélites Landsat-5 e Landsat-8, a fim de amenizar perdas e ganhos desnecessários causados pela absorção e espalhamento da radiação eletromagnética ao atravessar a atmosfera. Para correção atmosférica foi adotado modelo MODTRAN implementado no aplicativo *Fast Line of Sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes* (FLAASH) do programa ENVI (FRANÇA et al., 2015). As imagens do satélite Landsat-5 e Landsat-8 também foram pré-processadas através de ajustes radiométricos e realces de contrastes para melhoria da sua qualidade visual. Posteriormente, foi realizada a correção geométrica, fase em que as cenas foram georreferenciadas para correto ajuste posicional na superfície e inserção dos parâmetros de projeção.

O método de georreferenciamento utilizou como referência de ajuste as imagens dos satélites Landsat-8, que possuem posicionamento aceitável para a escala deste trabalho. Para isto, aplicou-se a técnica de registro imagem-imagem, que consiste na atribuição de pontos de controle utilizando pixels homólogos de ambas as imagens (Landsat-5 e Landsat-8).

3.1.3.4 Mosaico e recorte das imagens

Após o tratamento das imagens, foi realizado o mosaico das cenas (junção de cenas adjacentes), com finalidade de reunir em um único arquivo as seis imagens de cada ano. Ao término deste processo, realizou-se o recorte das áreas de interesse, utilizando-se como molde os arquivos vetoriais dos limites dos municípios das áreas de estudo, extraíndo-se a área de imagem compreendida a cada município.

3.1.3.5 Classificação Supervisionada da Imagem

Nesta etapa, utilizou-se o método de classificação de imagens chamado máxima verossimilhança (MAXVER), utilizado para obter classes informacionais a partir de imagens de satélite. Este modelo considera a distribuição espectral das classes de uso e cobertura do solo como sendo gaussiana ou normal, onde os objetos pertencentes a mesma classe espectral apresentarão uma resposta próxima a média de valores para aquela classe. Este método considera que, a classificação errada de um pixel não tem mais significado do que a classificação errada de qualquer outro pixel, para obtenção de uma boa classificação há necessidade de

escolher um número considerável de pixels, para que cada amostra de treinamento de uma classe obtenha uma distribuição normal (RIBEIRO et al., 2007). Desta forma, criou-se as seguintes classes de treinamento: Pasto, Agricultura, Centro Urbano, Solo Exposto, Floresta, Áreas protegidas e Água.

A escolha do agrupamento de pixels utilizados para o treinamento do algoritmo de classificação foi baseado no nível de representatividade de pixels puros para cada classe a ser mapeada, assim, possibilitando um alto grau de acurácia pelo algoritmo.

3.1.3.6 Análise em SIG e Cálculos de Áreas

A classe de Áreas Protegidas foi extraída a partir da base cartográfica de Áreas Protegidas do IBAMA. Estas foram retiradas pela subtração da área total classificada pelo algoritmo de máxima verossimilhança e o Vetor de áreas protegidas, assim, obtendo-se como produto final as 7 (sete) classes de uso e cobertura do solo para cada município.

As classes de uso do solo, das áreas analisadas neste estudo, passaram por mais um processo de ajuste e correção vetorial a fim de melhorar a classificação realizada no programa ENVI, aproximando-se, desta forma, das características reais de uso e cobertura do solo. Este procedimento foi gerado utilizando o menu de edição vetorial do ArcGis, porém, as áreas classificadas de maneira errada, foram editadas manualmente a partir da observação visual das imagens em estudo.

As áreas de uso e cobertura do solo ao longo das faixas marginais das estradas, foram adquiridas utilizando o módulo de geoprocessamento do ArcGis 10.1 a partir da ferramenta de criação de uma zona de tamponamento (Buffer) (ALMEIDA; VIEIRA, 2014).

3.1.4 Variáveis analisadas

No referido estudo, são correlacionadas variáveis que direta ou indiretamente estejam associadas a forma de ocupação do solo e as mudanças na paisagem delas decorrentes.

3.1.4.1 Efetivo bovino

Para este estudo foram analisados os efetivos bovino e bubalino dos municípios de Santarém, Monte Alegre e Belterra dos anos de 2001 a 2014, a partir de dados consolidados da pesquisa da pecuária municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Utilizou-se a estatística descritiva, para analisar e correlacionar o efetivo bovino e bubalino com o número de criadores e o porte de criação, média de rebanho e o tipo de rebanho criado.

3.1.4.2 Desmatamento

Foram pesquisados os dados referentes ao desmatamento nos municípios selecionados, com base nos dados disponíveis no Instituto Nacional Pesquisa Espaciais (INPE), através do DETER (Detecção do Desmatamento em Tempo Real) e Programa de Cálculo do Desmatamento na Amazônia (Prodes), referentes aos anos de 2001 a 2014.

Em seguida, foi realizada a qualificação do desflorestamento através do mapeamento do uso e cobertura do solo, utilizando imagens de satélite e enquadrando as áreas de abertura ou desflorestamento, nas seguintes categorias: pasto, agricultura ou solo exposto.

3.1.4.3 Produto interno bruto (PIB)

Foi levantado os dados referentes ao PIB nos municípios selecionados, com base nos dados do IBGE, referente as atividades agropecuária, indústria e serviços e o valor do total do PIB municipal, incluído as transferências constitucionais, no período de 2001 a 2014.

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2.1 Uso e cobertura do solo nos municípios de Santarém, Mojuí dos Campos, Belterra e Monte Alegre nos anos de 2001 e 2014.

Nesta seção são apresentados os dados relativos a análise multi-temporal (2001 e 2014), referente ao uso e cobertura de solo, com base em 7 (sete) classes pré definidas: Pasto, Agricultura, Centro Urbano, Solo Exposto, Áreas protegidas, Floresta e Água. Em seguida, serão apresentadas as variáveis produtivas e econômicas por municípios e a análise estatística de correlação dos dados entre as variáveis e o tipo de uso e cobertura do solo.

3.2.1.1 Município de Santarém e região metropolitana.

No município de Santarém, a principal classe de cobertura do solo em 2014 foi a floresta, com 835.723,38ha, apresentando pouca variação entre os anos de 2001 e 2014 e respondendo por 46,51% da área total do município em 2014 (tabela 1). Resultados similares foram encontrados por Castro (2008) com percentual de floresta de 76% em 1986 e de 58,4% em 2005, no município de Santarém. Segundo esse autor, em seu estudo, esses percentuais apresentavam uma tendência de queda, fato este, que não foi observado neste estudo, onde a área florestal do município apresentou pouca variação percentual no interregno temporal de 2001 a 2014.

As áreas protegidas respondem por 26,35% (473.469,70ha) da cobertura do solo em 2014 e em conjunto com florestas (835.723,38ha), respondem por 72,86% (1.309.193,28ha) da área total do município de Santarém (tabela 1). A estratégia de criação de áreas protegidas como uma das ferramentas de combate ao desmatamento na Amazônia, levou de 1,26 para 1,82 milhões de km² o total de áreas protegidas (NEPSTAD et al., 2009), permitindo que a Amazônia possua 51% da sua área com cobertura florestal, atualmente. Esta estratégia foi fundamental para aumentar a cobertura florestal na Amazônia e teve reflexos em Santarém, onde ocupa importante parcela de cobertura do solo. Por sua vez, o município de Belterra, área metropolitana de Santarém, detêm 62,88% (276.671,98ha) da sua superfície

territorial como área protegida, enquanto Mojuí dos Campos, no período estudado não possuía área nenhuma área de proteção florestal.

A atividade agropecuária (pecuária e agricultura) ocupa uma área de 61.783,17ha (3,44%) no município de Santarém e apresentou significativo aumento percentual entre 2001 e 2014, porém com números absolutos baixos. A pecuária passou de 21.897,29ha em 2001 para 39.429,20ha em 2014, com aumento percentual de 80,06% e a agricultura 16.717,95ha em 2001 para 22.353,97ha em 2014 com aumento percentual de 33,71% (tabela 1), (figura 4).

Tabela 1 Uso do solo do município de Santarém-PA, segundo o tipo de cobertura nos anos de 2001 e 2014.

CLASSES	2001		2014	
	ÁREA ha	ÁREA (%)	ÁREA ha	ÁREA (%)
Pasto	21.897,29	1,22	39.429,20	2,19
Agricultura	16.717,95	0,93	22.353,97	1,24
Centro urbano	3.662,09	0,20	5.380,53	0,30
Solo exposto	141.171,43	7,86	67.575,91	3,76
Áreas protegidas	473.469,90	26,35	473.469,90	26,35
Floresta	831.085,04	46,29	835.723,38	46,51
Água	308.859,00	17,19	352.829,81	19,64
TOTAL	1.790.351,39	100	1.790.351,39	100

Fonte: Elaboração própria, 2016

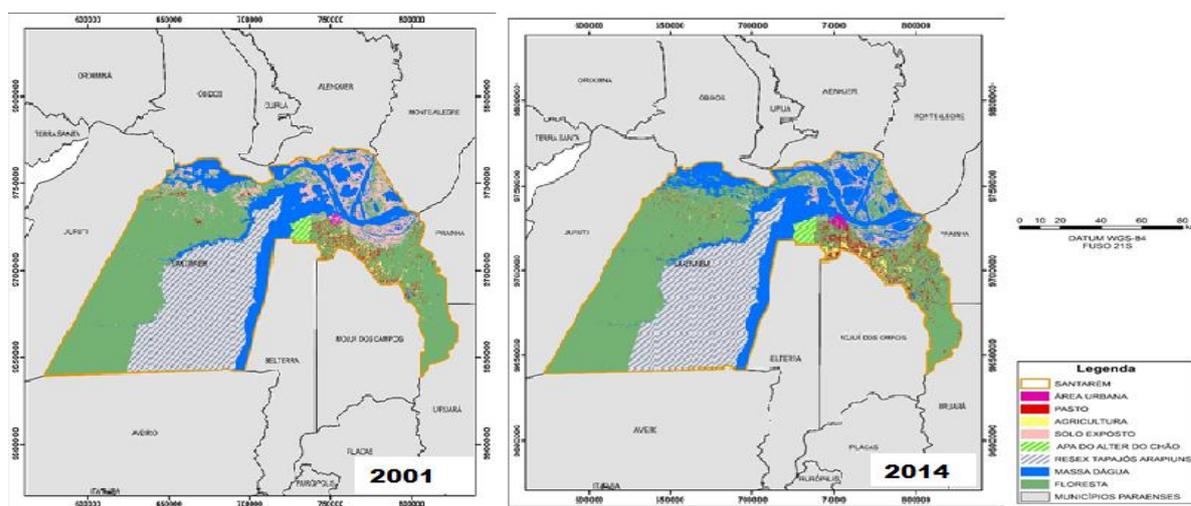


Figura 3 Mapa do uso do solo do município de Santarém, segundo o tipo de cobertura dos anos de 2001 e 2014.

Fonte: Elaboração própria, 2016.

Nota-se que a pecuária e não a agricultura tem aumentado de forma mais consistente a participação no tipo de uso do solo em Santarém, tendência esta que

também é observada nos municípios de Mojuí dos Campos e Belterra, áreas metropolitanas de Santarém.

Em Mojuí dos Campos o crescimento da ocupação do solo por atividade pecuária, no período estudado, foi significativo, saindo de 8.130,87ha para 37.919,78ha, com aumento percentual de 366,36%. O uso do solo por sua vez, por Agricultura ficou estável no período estudado com 45.957,22ha. No entanto, Mojuí dos Campos concentra atualmente a maior área com atividade de agricultura da área metropolitana de Santarém, os dados estão expostos na tabela 2. O município de Belterra teve um aumento percentual na atividade pecuária de 920,42%, porém com valores absolutos de hectare baixo, a pecuária ocupa em Belterra uma área de 11.791,15ha. A agricultura, por sua vez, em Belterra responde por uma área de 18.512,94ha e permaneceu estável entre os anos estudados, porém responde pela principal forma de ocupação do uso do solo e tende a incorporar as áreas de pastagens de uma forma mais dinâmica que os demais municípios do presente estudo (tabela 2), (figura 5).

Tabela 2 Uso do solo do município de Mojuí dos Campos, segundo o tipo de cobertura nos anos de 2001 e 2014.

CLASSES	2001		2014	
	ÁREA ha	ÁREA (%)	ÁREA ha	ÁREA (%)
Pasto	8.130,87	1,63	37.919,78	7,59
Agricultura	46.349,38	9,28	45.957,22	9,20
Centro urbano	113,85	0,02	314,84	0,06
Solo exposto	5.232,05	1,05	6.257,54	1,25
Areas protegidas	0,00	0,00	0,00	0,00
Floresta	431.510,53	86,42	399.484,24	80,00
Água	7.992,76	1,60	9.395,82	1,88
TOTAL	499.328,68	100,00	499.328,68	100,00

Fonte: Elaboração própria, 2016.

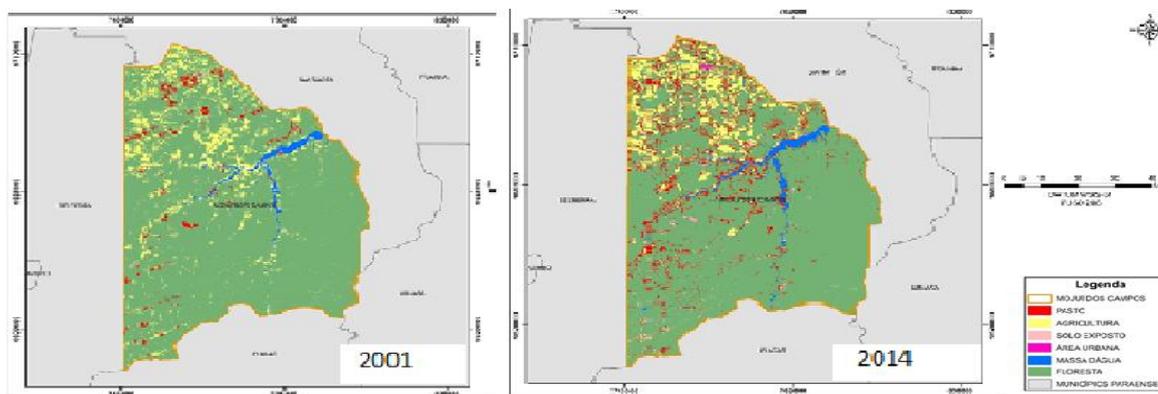


Figura 4 Mapa do uso do solo do município de Mojuí dos Campos, segundo o tipo de cobertura dos anos de 2001 e 2014.

Fonte: Elaboração própria, 2016.

O município de Belterra possui sua superfície territorial em sua maior parte como área protegida, com destaque para a Floresta Nacional do Tapajós (FLONA) que margeia a BR 163 e o rio Tapajós. A cobertura florestal em média nos municípios de Santarém e de sua área metropolitana está em torno de 80% (tabela 3), (figura 6).

Tabela 3 Uso do solo do município de Belterra, segundo o tipo de cobertura nos anos de 2001 e 2004.

CLASSES	2001		2014	
	ÁREA há	ÁREA (%)	ÁREA ha	ÁREA (%)
Pasto	1.155,51	0,26	11.791,15	2,68
Agricultura	16.695,02	3,79	18.512,94	4,21
Centro urbano	1.061,09	0,24	1.299,72	0,30
Solo exposto	0,00	0,00	0,00	0,00
Áreas protegidas	276.671,98	62,88	276.671,98	62,88
Floresta	88.847,64	20,19	75.011,36	17,05
Água	55.599,20	12,64	56.743,29	12,90
TOTAL	440.030,44	100,00	440.030,44	100,00

Fonte: Elaboração própria, 2016.

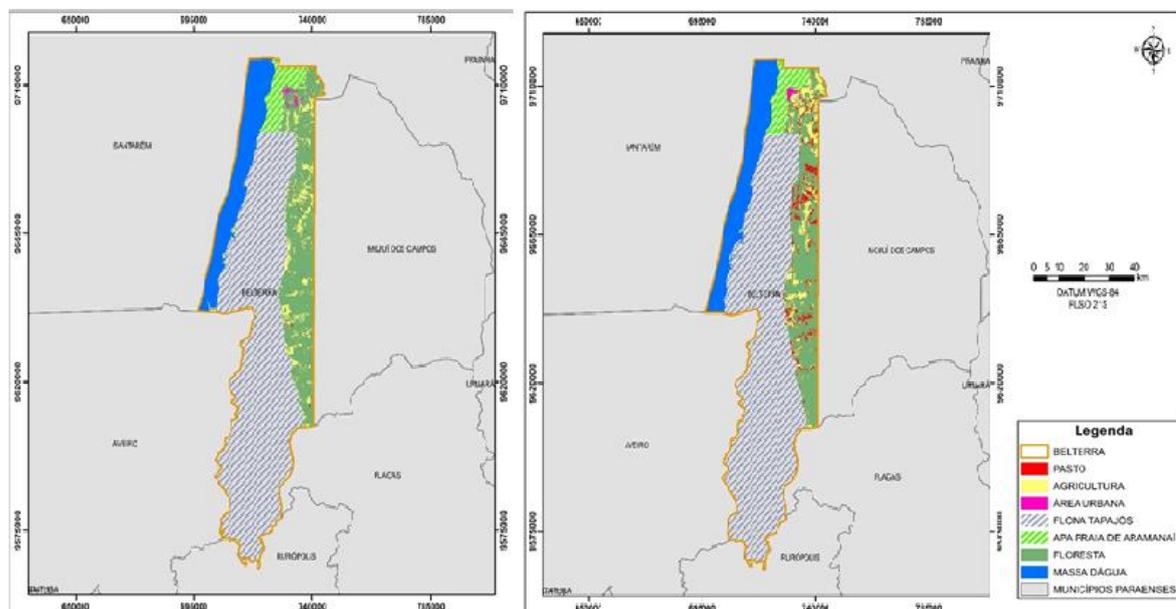


Figura 5 Mapa do uso do solo do município de Belterra, segundo o tipo de cobertura dos anos de 2001 e 2014.

Fonte: Elaboração própria, 2016.

É possível observar que o crescimento da pecuária em Santarém, Mojuí dos Campos e Belterra reflete uma adaptação da atividade a diversas mudanças ocorridas no período, como os reflexos da agricultura mecanizada, que possibilitou e incentivou a implantação de pastos em áreas mecanizadas, o domínio territorial de

áreas que se encontravam fora do processo produtivo e posterior negociação, em especial como produtores de grãos, as constantes cheias do rio Amazonas que limitou o uso das áreas de várzea e a maior utilização das áreas de terra firme, situações estas que explicam muitas das alterações ocorridas no tipo de uso do solo da área estudada.

Estudos anteriores explicitam a necessidade de entendimento das mudanças da paisagem decorrentes do tipo de uso da terra (MUSTARD et al., 2004; BATISTELA; MORAN, 2005) e da importância do conhecimento dos interesses econômicos que guiam esse processo. Morton et al. (2006) em seu estudo sobre a mudança da dinâmica do desmatamento no sudoeste da região Amazônica, apontaram a agropecuária como principal atividade responsável pela transformação da paisagem nessa região da Amazônia, em especial a agricultura intensiva de grãos, decorrente do incremento de preços internacionais.

Ao analisar a conversão do solo em Santarém e na sua área metropolitana, foi constatado, neste estudo, o total de 139.193,96ha convertidos. Desse total 46.810,34ha em Santarém, 68.929,87ha em Mojuí dos Campos e 23.453,75ha em Belterra. A maior porcentagem de cobertura do solo modificada, no interregno do presente estudo foi a floresta. Em Santarém do total da área convertida 79,23% (37.091,6ha) foi floresta para agropecuária, onde a agricultura foi o destino de 28,19% (13.197,66ha) e a pecuária 51,04% (23.893,25ha). No município de Mojuí dos Campos o percentual de floresta convertido para a agropecuária foi de 69,72% (48.060,72ha), onde a agricultura incorporou 36,62% (25.244,16ha) e pecuária 33,10% (22.816,56ha). Em Belterra o percentual de conversão de floresta para agropecuária foi de 77,33% (17.903,38ha), onde a agricultura incorporou 49,78% (11.676,95ha) e a pecuária incorporou 26,54% (6.226,43ha) (tabela 4).

Tabela 4 Conversão de uso e cobertura do solo de Santarém e região metropolitana, no período de 2001 a 2014

Tipo	Santarém		Mojuí dos campos		Belterra	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Floresta para agricultura	13.197,66	28,19	25.244,16	36,62	11.676,95	49,79
Floresta para pasto	23.893,95	51,04	22.816,56	33,10	6.226,43	26,55
Floresta para solo exposto	1.217,00	2,60	4.329,72	6,28	0,00	0,00
Solo exposto para agricultura	728,58	1,56	816,50	1,18	0,00	0,00
Solo exposto para pasto	1.641,50	3,51	942,86	1,37	0,00	0,00
Pasto para agricultura	3.282,44	7,01	2.955,60	4,29	358,75	1,53
Agricultura para pasto	2.849,21	6,09	11.824,47	17,15	5.191,62	22,14
Total convertido	46.810,34	100	68.929,87	100	23.453,75	100

Fonte: Elaboração própria, 2016.

Os dados apresentados na tabela 4, explicitam a agricultura, seguido da pecuária, como o principal destino da conversão de tipo de uso do solo floresta na área de influência do município de Santarém, e estão de acordo com estudos prévios de autores para a região de Santarém e entorno (CASTRO, 2008) e para as áreas de expansão da agricultura mecanizada de grãos (MORTON et al., 2006).

Merece destaque ainda, a conversão do uso no município de Santarém e região metropolitana, de pasto para agricultura e agricultura para pasto, onde um total de 3.282,44ha (5,74%) de pasto foi convertido para agricultura em Santarém, 2.955,60ha (4,28%) em Mojuí dos Campos e 358,75ha (1,52%) em Belterra. No sentido inverso, a área de agricultura convertida para pasto em Santarém foi de 13.197,66ha (23,08%), 11.824,47ha (17,15%) em Mojuí dos Campos e 5.191,62ha (22,13%) em Belterra (tabela 4).

Essa movimentação no tipo de uso do solo em Santarém e região metropolitana, apesar de uma aparente atipicidade, onde as áreas de pasto deveriam ser incorporadas pela agricultura e não o contrário, mostra a dinâmica local, onde apesar das preocupações de diversas entidades ambientais, quanto ao possível domínio da agricultura mecanizada de grãos, com estabelecimento de monoculturas e todos os passivos dela decorrentes, não se concretizou em Santarém e região metropolitana esta tendência. A atividade agrícola mecanizada está consolidada, porém com ocupação de solo estabilizado, o município de Mojuí

dos Campos detém a maior área de ocupação do solo na Agricultura, seguido de Santarém e Belterra.

A crescente troca de uso do solo entre as atividades agropecuárias é extremamente benéfica para a conservação e manutenção e/ou melhoria na fertilidade do solo, com efeitos sinérgicos tanto para a agricultura como para a pecuária. Em visitas de campo, foi facilmente notado essa dinâmica de integração entre os componentes agropecuários na região de Santarém e entorno e tal fato, denota um avanço no setor rural local e demonstra a busca por uma produção em solos melhor estruturados do ponto de vista de fertilidade, de possibilidade de uso de forrageiras mais produtivas, da possibilidade de rebanhos mais eficientes do ponto de vista econômico e da necessidade de buscar uma produção em áreas já consolidadas e preservar as áreas florestais.

As demais classes de uso do solo (centro urbano, solo exposto, áreas protegidas) não tiveram participação significativa na conversão de solo no período estudado, com exceção do município de Mojuí dos Campos, onde a variável solo exposto foi o destino de 6,28% das alterações advindas da conversão da floresta. Neste caso, em particular uma possível explicação refere-se a alterações para posterior incorporação de áreas ao processo produtivo, infelizmente a margem da legislação.

3.2.1.2 Município de Monte Alegre

O município de Monte Alegre, localizado na margem esquerda do rio Amazonas, possui uma área total de 1.817.740,73ha, deste total 1.073.856,92ha são de áreas protegidas, representando 59,08% da cobertura do solo do município. As áreas florestais em 2014 totalizavam 300.575,92ha representando 16,54% da cobertura florestal do município, em relação a este tipo de cobertura do solo, nota-se uma variação negativa de 124.359,62ha, em relação ao ano de 2001. A soma de áreas protegidas e florestas perfaz em Monte Alegre uma cobertura de solo de 75,61%, similar ao encontrado nos municípios de Santarém e entorno e reforçando o papel das áreas de preservação como uma estratégia de sucesso para manutenção da cobertura florestal. O município de Monte Alegre, possui 1 (uma) terra indígena, 6 (seis) unidades de conservação estaduais e federais e 34 (trinta e quatro) projetos de assentamentos.

A atividade agropecuária ocupa uma área de 156.628,72ha representando 8,62% da cobertura do solo no município. Ao contrário de Santarém e entorno o destaque de mudança de uso do solo em Monte Alegre foi a agricultura com aumento percentual entre 2001 e 2014 de 98,91%, enquanto a área de solo ocupado pela pecuária decresceu 5,33% no período. No município existem cadastrados no CAR – Pará, 5.680 (cinco mil, seiscentos e oitenta) imóveis rurais com tamanho médio de 108,06ha. O município de Monte Alegre é majoritariamente composto de pequenas propriedades rurais, que desempenham um papel importante na economia municipal com a produção na agricultura e pecuária (tabela 5).

Outra forma de cobertura de solo com destaque em Monte Alegre é o solo exposto que em 2014 representou 10,79% com 196.050,81ha, grande parte desta área deve-se a característica de Monte Alegre possuir uma fitofisionomia com presença de áreas de Cerrado, naturalmente mais expostas que áreas de floresta Ombrófila (tabela 5).

Tabela 5 Uso do solo do município de Monte Alegre, segundo o tipo de cobertura nos anos de 2001 e 2014.

CLASSES	2001		2014	
	ÁREA há	ÁREA (%)	ÁREA há	ÁREA (%)
Pasto	18.556,88	1,02	17.566,58	0,97
Agricultura	69.910,58	3,85	139.062,14	7,65
Centro urbano	1.326,03	0,07	1.471,90	0,08
Solo exposto	152.236,60	8,38	196.050,81	10,79
Áreas protegidas	1.073.856,92	59,08	1.073.856,48	59,08
Floresta	424.935,54	23,38	300.575,92	16,54
Água	76.918,18	4,23	89.156,90	4,90
TOTAL	1.817.740,73	100,00	1.817.740,73	100,00

Fonte: Elaboração própria, 2016.

A conversão de uso do solo em Monte Alegre no período compreendido entre 2001 e 2014 foi de 205.815,13ha, sendo a floresta o maior tipo de uso do solo convertido, com um total de 148.557,54ha (72,18%), onde o destaque foi a conversão de floresta para solo exposto com 45,22% (93.074,9ha) seguido da conversão para agricultura com 23,73% (48.853,62ha) e pecuária de 3,22% (6.629,02ha). A agricultura foi o destino de 46,47 % (95.639,91ha) do total das áreas convertidas, evidenciando a característica peculiar do município como um importante polo agrícola da pequena produção familiar (tabela 6), (figura 7).

Tabela 6 Conversão de uso e cobertura do solo do município de Monte Alegre, no período de 2001 a 2014.

CLASSES	ÁREA (ha)	%
Floresta para agricultura	48.853,62	23,74
Floresta para pasto	6.629,02	3,22
Floresta para solo exposto	93.074,90	45,22
Solo exposto para agricultura	35.840,78	17,41
Solo exposto para pasto	6.375,77	3,10
Pasto para agricultura	10.945,51	5,32
Agricultura para pasto	4.095,53	1,99
TOTAL CONVERTIDO	205.815,13	100

Fonte: Elaboração própria, 2016.

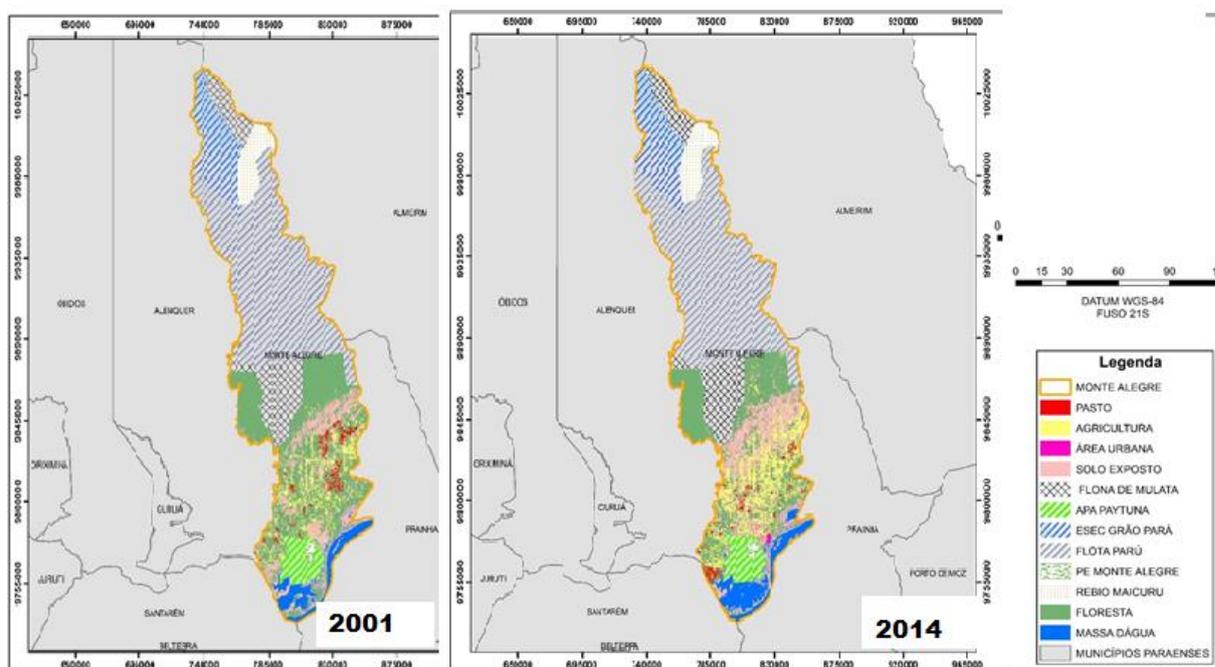


Figura 6 Mapa do uso do solo do município de Monte Alegre, segundo o tipo de cobertura nos anos de 2001 e 2014.

Fonte: Elaboração própria, 2016.

3.2.2 Taxas de Desmatamento em Santarém, Belterra e Monte Alegre

O desmatamento no município de Santarém no período estudado foi de 889,5 km², em Belterra foi de 139,7 Km² e em Monte Alegre foi de 305,2 Km². Em Santarém as maiores taxas de desmatamento ocorreram nos anos de 2001 e 2002, em Belterra ocorreram nos anos de 2001 e 2004 e em Monte Alegre ocorreram nos anos de 2005 e 2014. As menores taxas, por sua vez, ocorreram em Santarém nos anos de 2013 e 2014, em Belterra ocorreram nos anos de 2013 e 2014 e em Monte Alegre ocorreram nos anos de 2009 e 2013 (gráfico 4).

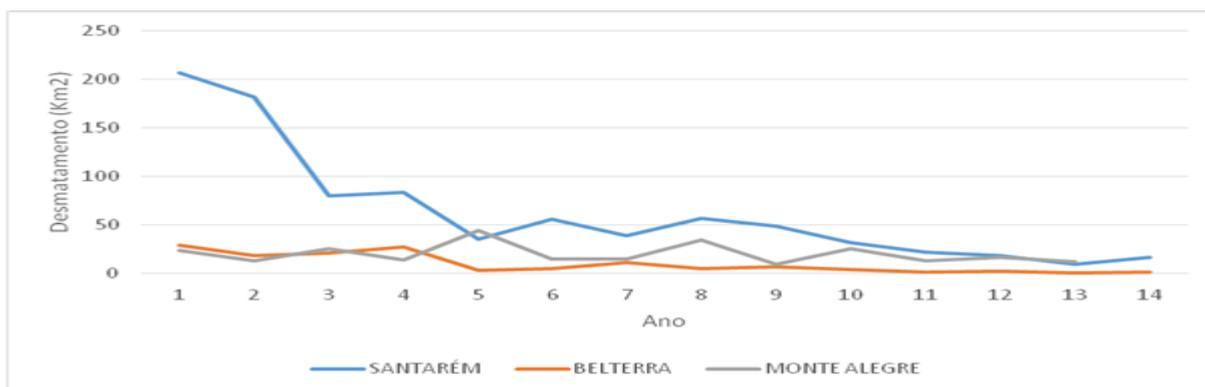


Gráfico 4 Demonstrativo do percentual de desmatamento nos municípios de Belterra, Monte Alegre e Santarém, no período de 2000 a 2014.

Fonte: Elaboração própria, 2016.

O comportamento do desmatamento, nos municípios citados, ao longo do período estudado, reflete o ocorrido na região amazônica, onde entre 2000 a 2004 houve um pico no desmatamento, com posterior diminuição a partir de 2005. No entanto, no município de Monte Alegre o ano de 2014 mostrou uma ruptura na tendência de queda no desmatamento, onde neste ano foram desmatados 41,8 km² (tabela 7).

Tabela 7 Desmatamento nos municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre e no período de 2001 a 2014.

Ano	SANTARÉM			BELTERRA			MONTE ALEGRE		
	Área Anual (km ²)	Área Total (km ²)	% Área Total	Área Anual (km ²)	Área Total (km ²)	% Área Total	Área Anual (km ²)	Área Total (km ²)	% Área Total
2001	206,9	3.971,3	17,35	29	702,4	15,97	23,5	3.959,1	20,29
2002	182,3	4.153,6	18,15	18,9	721,3	16,4	13,1	3.972,2	20,35
2003	79,8	4.233,4	18,49	21	742,2	16,87	25,5	3.997,7	20,48
2004	83,7	4.317,1	18,86	27,7	769,9	17,50	14	4.011,7	20,56
2005	35,6	4.352,7	19,02	3,5	773,4	17,58	44,5	4.056,2	20,78
2006	56,5	4.409,3	19,26	5,5	778,9	17,71	15,4	4.071,7	20,86
2007	39	4.448,3	19,43	11,6	790,5	17,97	15,2	4.086,9	20,94
2008	56,8	4.505	19,68	4,9	795,3	18,08	34,4	4.121,3	21,12
2009	49	4.554,1	19,9	6,6	802	18,23	9,9	4.131,1	21,17
2010	32,1	4.586,2	20,04	4,2	806,1	18,32	25,6	4.156,8	21,30
2011	22,5	4.608,6	20,13	1,6	807,7	18,36	13	4.169,8	21,37
2012	18,3	4.627	20,21	2,3	810	18,41	16,6	4.186,4	21,45
2013	9,8	4.636,8	20,26	0,7	810,6	18,43	12,7	4.199,1	21,52
2014	17,2	4.654	20,33	1,2	811,9	18,46	41,8	4.240,9	21,73

(*) esta área foi extraída do polígono de cada município, baseando-se no Mapa digital fornecido pelo IBGE na escala 1/2.500.000. Pode haver um diferença mínima em relação a área oficial divulgada pelo mesmo IBGE.

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Em estudo recente do IMAZON (2014) foi avaliado em quais locais ocorreram o desmatamento no município de Monte Alegre e o mesmo constatou que 58% (204

km²) foram desmatados em áreas de assentamentos rurais, seguido de propriedades privadas sem CAR (72 km²), propriedades com CAR (36 km²), e unidades de conservação (40 km²).

Estudos prévios, evidenciaram o complexo de fatores que levaram a diminuição do desmatamento na região Amazônica (NEPSTAD et al., 2009; AGRAWAL et al., 2011; NEPSTAD et al., 2014) baseados em especial, na maior presença do estado (*enforcement*) e na intervenção nas cadeias da soja e de abate de bovinos (moratória da soja e embargo da comercialização de gado proveniente de áreas desmatadas). O município de Santarém e entorno, até então expoente na produção agrícola mecanizada, necessitou se enquadrar em medidas de combate ao desmatamento para continuar tendo acesso a comercialização de soja via a empresa multinacional Cargill, em Santarém instalada com um porto graneleiro de embarque de grãos, em especial soja e milho.

Da mesma forma, por força de lei, a comercialização de bovinos para abate passou a exigir o CAR da propriedade de origem dos animais. Aliado as novas normativas governamentais, surge na classe produtora de forma mais presente o conceito de produção sustentável, baseado na utilização crescente de biotecnologias como uma ferramenta aliada no combate ao desmatamento, pela utilização de práticas conservacionistas de solo, práticas de recuperação de áreas degradadas e uso mais intensivo de biotecnologias reprodutivas (NEVES et al., 2014; NEVES et al., 2016).

3.2.3 Rebanho bovino na região do Baixo-Amazonas paraense e municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre, no período de 2001 a 2014.

Dentre os municípios do Baixo Amazonas paraense (tabela 8), o município de Monte Alegre detém o maior rebanho da região e a pecuária ocupa importante papel na economia municipal. De acordo com o cadastro de criadores de bovinos e bubalinos da ADEPARÁ, referente ao ano de 2014, o município de Monte Alegre possui 3.541 propriedades cadastradas com criação de bovinos, sendo que 3.499 propriedades com até 500 animais e somente 42 propriedades com mais de 500 animais. As propriedades com criação de bubalinos somam 126, sendo que somente 1 (uma) possui mais de 500 animais.

Tabela 8 Efetivo bovino do Baixo Amazonas e municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre no período de 2001 a 2014 em cabeças animal.

ANO	Baixo Amazonas	Santarém	Belterra	Monte Alegre (continua)
2001	765.545	100.000	11.200	106.761
2002	822.519	95.000	12.650	114.706
2003	923.406	106.088	13.477	171.865
2004	1.027.929	153.115	21.017	174.302
2005	1.063.334	133.218	17.730	177.451
2006	1.086.343	126.935	15.700	196.200
2007	1.026.720	104.529	9.491	128.412
2008	1.113.499	130.613	12.200	191.680
2009	1.134.502	116.503	23.835	191.680
2010	1.177.144	132.008	21.765	186.473
2011	1.134.552	118.861	20.779	192.242
2012	1.237.938	138.911	24.136	205.728
2013	1.206.573	129.954	26.490	214.596
2014	1.274.215	132.300	23.843	219.112

Fonte: Elaboração própria, 2016.

De acordo com os dados apresentados (tabela 8), o rebanho de Monte Alegre entre os anos de 2001 a 2014, apresentou crescimento de 105,23%, com avanço mais significativo entre os anos de 2001 a 2006 com média anual de 13,96% e nos anos subsequentes média de 2,04%. O rebanho de Santarém, no mesmo período, apresentou variação positiva de 32,3%, com maior crescimento entre os anos de 2001 a 2005, apresentando média anual de 6,64% e posteriormente com crescimento de 0,52% ao ano, tendendo a estabilidade do rebanho nos anos subsequentes. Também observou-se que o município de Belterra, apresentou variação de 112,88%, a maior, em relação aos demais municípios do presente estudo, porém, com números absolutos baixos. O período de maior expansão pecuária na região foi entre os anos de 2001 a 2004, com aumento de 87,65% e taxa anual de crescimento de 21,91%, posteriormente, com média anual de 3,44% nos anos subsequentes (tabela 8).

A região do Baixo Amazonas entre os anos de 2001 e 2014, apresentou um acréscimo no rebanho de 66,44%, portanto, superior ao verificado em Santarém e inferior aos municípios de Belterra e Monte Alegre (figura 8)

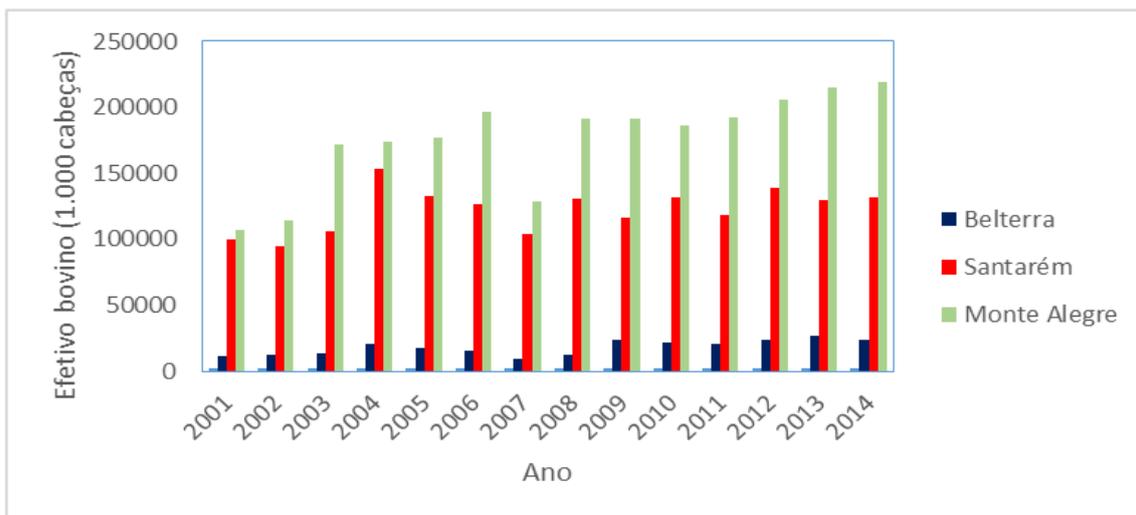


Figura 7 Demonstrativo da evolução do efetivo bovino nos municípios de Belterra, Monte Alegre e Santarém, no período de 2001 a 2014.

Fonte: Elaboração própria, 2016.

3.2.4 Correlação estatística entre as variáveis desmatamento e rebanho nos municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre.

No presente estudo foi realizada a verificação da correlação de Pearson (r) com o objetivo de estimar o efeito de determinada variável sobre outra, neste caso o desmatamento X rebanho bovino nos municípios em questão, foi avaliado ainda o coeficiente de determinação (r^2) com o objetivo de verificar a proporção de variação do desmatamento, explicado pela regressão do desmatamento no efetivo bovino e também o valor de p entre as variáveis.

No município de Monte Alegre, a correlação foi positiva entre o desmatamento e evolução do rebanho ($r=0,1722$), porém, do ponto de vista estatístico é uma correlação considerada fraca, onde a relação linear entre as variáveis é baixa (figura 9), ($r^2=0,0297$) não apresentando diferença estatística significativa ($p=0,5561$) entre as variáveis desmatamento e efetivo bovino no município de Monte Alegre.

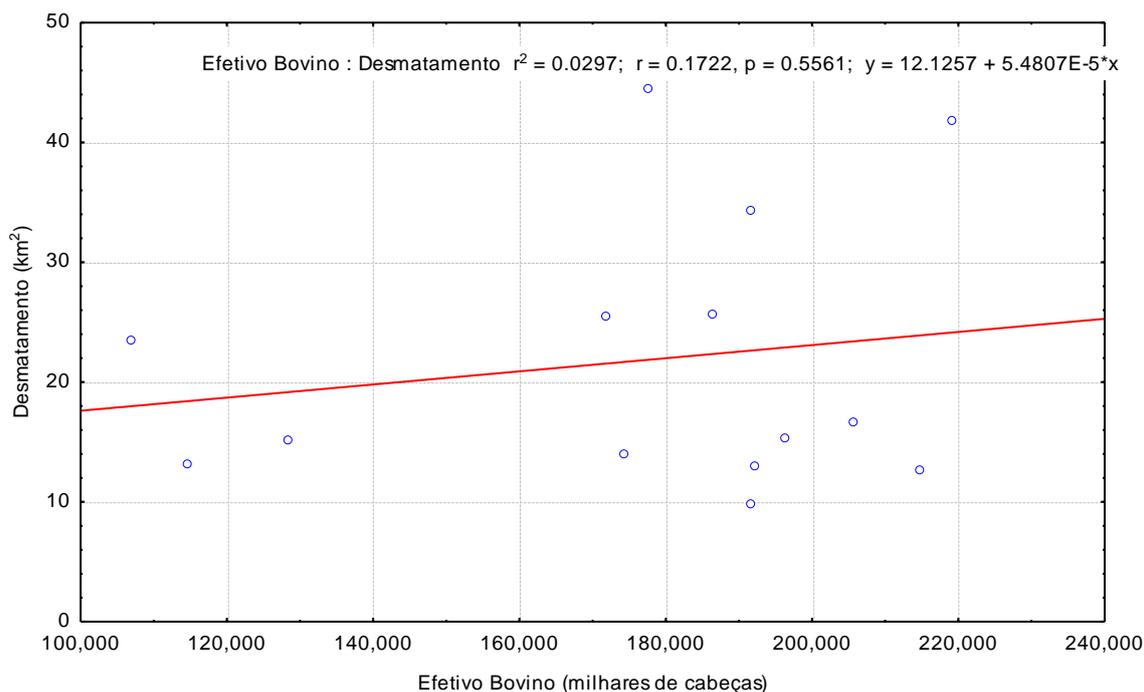


Figura 8 Correlação estatística entre as variáveis desmatamento e rebanho no município de Monte Alegre - PA, no período de 2001 a 2014.
Fonte: Elaboração própria, 2017.

Em Santarém, a correlação entre o desmatamento e o tamanho de rebanho foi negativa ($r = -0,6009$), no período de 2001 a 2014, evidenciando que quando uma das variáveis aumenta a outra decresce (figura 10), ($r^2 = 0,3616$) e neste caso houve diferença estatística entre as variáveis analisadas ($p = 0,0231$).

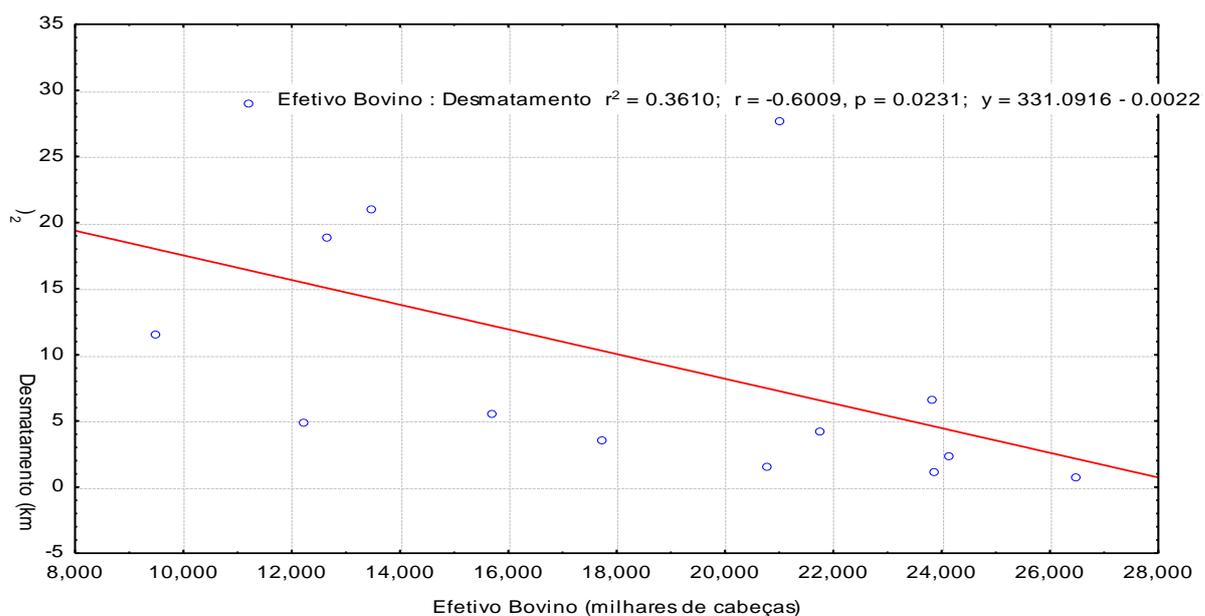


Figura 9 Correlação entre o desmatamento e a evolução do rebanho do município de Santarém-PA, no período de 2001 a 2014.
Fonte: Elaboração própria, 2017.

No município de Belterra, a correlação foi negativa ($r=-0,5265$), seguindo a tendência de linearidade fraca entre as variáveis desmatamento X efetivo bovino (figura 11), ($r^2= 0,2772$) com tendência de diferença estatística entre as variáveis analisadas ($p = 0,0531$). O município de Belterra tem comportamento muito similar ao registrado em Santarém quando se analisa desmatamento X efetivo bovino.

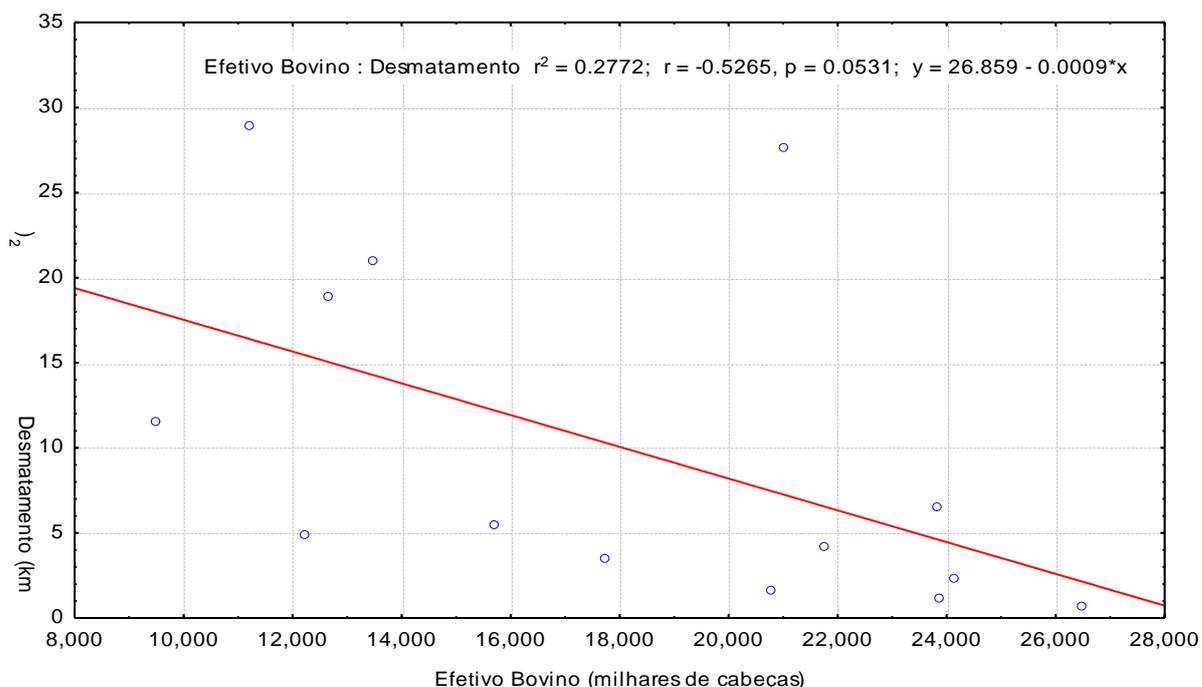


Figura 10 Correlação entre o desmatamento e a evolução do rebanho do município de Belterra-PA, no período de 2001 a 2014.

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Ao associar os valores de desmatamento dos 3 (três) municípios e confrontar com a somatória do rebanho dos mesmos o valor de r foi de 0,1431, o valor de r^2 foi de 0,0205, com $p = 0,3661$ (figura 12), confirmando nossa hipótese que a variável desmatamento no período estudado não exerceu influência sobre o efetivo do rebanho que continuou aumentando, apesar da queda das taxas de desflorestamento verificadas, demonstrando que nos municípios pesquisados houve uma ruptura do padrão desmatamento X pecuária. Margulis et al. (2003) utilizando regressões para avaliar o desmatamento frente a evolução do rebanho na Amazônia encontraram que no período de 1970/95 para cada aumento de uma unidade animal por hectare (UA/ha) houve aumento de 1,2% na taxa de desmatamento com base na área do município. No mesmo estudo, ao fracionar o período de avaliação entre os anos de 1970/1985 e 1985/1995 o coeficiente de desmatamento caiu para 0,53%

frente ao acréscimo de 1(uma) UA/ha, evidenciando já um início de processo de intensificação na atividade pecuária.

Estudos recentes confirmaram o desacoplamento da variável desmatamento, sobre o crescimento do efetivo do rebanho na Amazônia, fato este, que se reproduziu também no Baixo Amazonas paraense, como este estudo, demonstra.

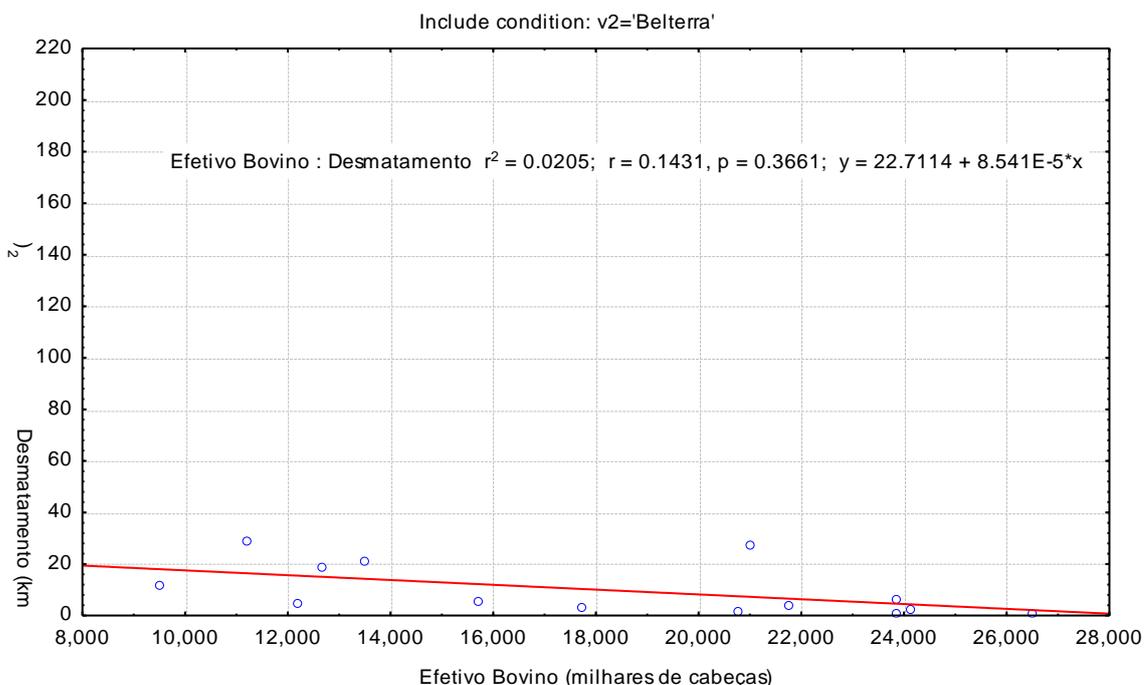


Figura 11 Correlação estatística entre as variáveis desmatamento e rebanho nos municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre-PA, no período de 2001 a 2014.

Fonte: Elaboração própria, 2017.

As correlações elencadas nas figuras de número 9 a 12 explicitam a quase nulidade de efeito positivo do desmatamento nos municípios estudados e em particular em Monte Alegre. Em Santarém e Belterra, observa-se correlações negativas, porém de peso fraco, ou seja o crescimento do efetivo bovino está desacoplado da variável desmatamento, onde o crescimento do rebanho foi acompanhado de queda nas taxas de desmatamento. Estes resultados são contrários ao encontrado por Rivero et al. (2009) que mostraram uma correlação de 0,73 (correlação forte) entre o efetivo bovino e a taxa de desmatamento entre os anos de 2000-2006 para 782 municípios na Amazônia. Isto sugere, que nos três municípios, do presente estudo, aconteceu uma consolidação da área ocupada pela pecuária e indica um avanço na direção de uma pecuária que não precisa mais desmatar e que pode produzir mais numa área de tamanho estável ou até menor, dependendo do grau de intensificação da atividade.

3.2.5 Produto interno bruto dos municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre, no período de 2001 a 2014.

Nesta seção são apresentados os valores do produto interno bruto (PIB) referente as atividades agropecuária, indústria e serviços e o valor do total do PIB municipal, incluído as transferências constitucionais. Os dados foram analisados quanto a proporcionalidade em porcentagem de incremento no período de 2001 a 2014, quanto ao seu aumento médio anual e quanto a representatividade econômica por setor com base no PIB total dos municípios do presente estudo.

3.2.6 Análise do Produto Interno Bruto dos municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre, Pará no período de 2001 a 2014.

No município de Santarém a variação do valor nominal do PIB no período compreendido entre 2001 e 2014 foi de 439,65% (R\$ 638.791 X R\$ 3.447.263), em Belterra a variação foi de 1.143% (R\$ 19.857 X R\$ 246.887) e em Monte Alegre foi de 717,83% (R\$ 87.813 X R\$ 544.192). A variação total em valores nos 3 (três) municípios ficou acima da média da região Norte que foi de 340,72%. Em Santarém o aumento médio anual com base no ano anterior foi de 14,11%, com destaque para os anos de 2003 (R\$ 981.902) com crescimento de 29,02% e 2004 (R\$ 1.242,020) com crescimento de 26,49%, por sua vez em Belterra o crescimento médio foi de 28,05%, com destaque para os anos de 2003 (R\$ 41.628) e 2013 (R\$ 265.075) com crescimento de 53,32% e 78,85%, respectivamente. Em Monte Alegre o crescimento anual médio foi de 16,55% e os anos destaques foram em 2002 (R\$ 135.636) e 2013 (R\$ 539.531) com crescimento de 54,46% e 33,65%, respectivamente.

No município de Santarém, o setor de serviços detém o maior peso, com participação média de 50,35% no PIB municipal, seguido da indústria com média 14,11% e da agropecuária com média 12,71%. Vale ressaltar que o setor agropecuário a partir do ano de 2010 ultrapassou os valores nominais da indústria. Nos últimos 5 (cinco) anos da série estudada o percentual da agropecuária foi de 16,09% e da indústria foi de 11,87%, passando então a agropecuária, a ocupar o segundo maior peso na formação do PIB municipal santareno (tabela 9).

Tabela 9 Produto interno bruto – PIB do município de Santarém – PA, no período de 2001 a 2014 em mil reais.

Ano	Agropecuária	Indústria	Serviços	Total (continua)
2001	50.763	70.886	460.987	638.791
2002	85.311	131.191	347.240	760.998
2003	155.350	147.655	445.355	981.902
2004	154.380	211.028	622.452	1.242.020
2005	150.404	221.152	629.713	1.274.682
2006	180.395	240.708	735.239	1.462.856
2007	172.946	264.738	773.096	1.566.240
2008	200.294	250.729	854.745	1.703.833
2009	206.944	230.566	961.365	1.854.627
2010	338.364	253.149	1.012.249	2.119.633
2011	371.291	281.080	1.139.876	2.391.131
2012	495.794	416.839	1.373.921	3.002.741
2013	558.088	330.223	1.526.245	3.128.583
2014	504.789	388.029	1.773.443	3.447.263

Fonte: IBGE em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA.

NOTA 1: Os dados da série retropolada (2002 a 2009) têm como referência o ano de 2010, seguindo a nova referência das Contas Nacionais. NOTA 2: Os dados da série encerrada (1999 a 2012) têm como referência o ano de 2002.

No município de Belterra o setor econômico com maior peso no PIB é a agropecuária, onde no período estudado respondeu por 49,58% do PIB total em média. Nos últimos 5 anos, o setor agropecuário tem se expandido mais fortemente em Belterra, elevando sua participação, no período de 2010 a 2014, para 58,47%. O setor de serviços respondeu por 19,88% do PIB e tem mostrado tendência de estabilidade com média de 12,97% nos últimos 5 anos. O setor industrial respondeu por 4,18% em média do PIB municipal entre 2001 e 2014 e apresenta um peso minoritário na composição do PIB em Belterra. A vocação agropecuária de Belterra, está explicitada neste estudo, quanto as principais formas de uso do solo, a agricultura, seguido da pecuária em menor escala, onde os dados do PIB ratificam esta tendência (tabela 10).

Tabela 10 Produto interno bruto – PIB do município de Belterra – PA, no período de 2001 a 2014 em mil reais.

Ano	Agropecuária	Indústria	Serviços	Total
2001	5.766	1.496	12.281	19.857
2002	9.281	1.824	4.487	27.151
2003	19.705	2.336	6.196	41.628
2004	27.012	3.163	7.973	53.348
2005	32.298	3.491	10.156	64.290
2006	20.120	4.723	24.873	50.729
2007	35.137	4.319	11.612	70.135
2008	38.989	5.569	13.035	78.979
2009	49.298	4.670	15.808	96.103
2010	56.938	6.080	15.068	108.784
2011	91.833	9.048	19.822	158.910
2012	84.955	7.101	21.784	148.207
2013	171.776	14.128	29.681	265.075
2014	148.453	13.922	31.284	246.887

Fonte: IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA.

NOTA 1: Os dados da série retropolada (2002 a 2009) têm como referência o ano de 2010, seguindo a nova referência das Contas Nacionais. NOTA 2: Os dados da série encerrada (1999 a 2012) têm como referência o ano de 2002.

No município de Monte Alegre, assim como em Belterra, a agropecuária é o principal setor econômico na formação do PIB. Entre os anos de 2001 a 2014 respondeu em média por 37,86% do PIB municipal. Porém, nos últimos 5 (cinco) anos, assim como em Santarém e Belterra, apresentou crescimento proporcional maior comparado com os demais setores e respondeu em média por 41,60% do valor total do PIB. O município de Monte Alegre é o principal produtor de limão do Pará, possui em torno de 2.200ha plantados e recentemente instalou uma unidade de processamento e exportação de limão, inclusive já com carga enviada a Europa. O setor de serviços é dinâmico em Monte Alegre e ocupa a segunda colocação no peso do PIB com participação de 24,18% em média. Nos últimos 5 (cinco) anos tem apresentado leve tendência de queda, ficando com média de 20,81%. A indústria participou com 6,79% em média do valor total do PIB, mostrando uma participação discreta na composição final do PIB municipal (tabela 11).

Tabela 11 Produto interno bruto – PIB do município de Monte Alegre – PA, no período de 2001 a 2014 em mil reais.

Ano	Agropecuária	Indústria	Serviços	Total
2001	26.619	6.063	53.111	87.813
2002	49.445	6.643	28.652	135.636
2003	70.316	7.124	32.104	164.403
2004	73.885	10.827	38.985	185.650
2005	67.659	9.812	41.554	188.126
2006	80.230	13.196	47.477	215.917
2007	89.520	20.767	57.655	249.176
2008	97.277	45.843	65.696	306.518
2009	92.561	16.742	68.723	289.171
2010	154.540	42.081	77.206	382.745
2011	131.943	20.699	79.363	358.754
2012	168.404	22.411	82.782	403.669
2013	265.577	26.293	103.335	539.531
2014	217.487	30.746	120.472	544.192

Fonte: IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA.

NOTA 1: Os dados da série retropolada (2002 a 2009) têm como referência o ano de 2010, seguindo a nova referência das Contas Nacionais. NOTA 2: Os dados da série encerrada (1999 a 2012) têm como referência o ano de 2002.

A análise do PIB municipal dos 3 (três) municípios do Baixo Amazonas, reflete a necessidade de diversificação da matriz econômica, excetuando-se o município de Santarém, com um PIB onde o setor de serviços coloca o município como polo regional, os demais municípios ficam dependentes em sua maioria do PIB gerado pelo setor agropecuário, e sujeitos aos altos e baixos do setor, com reflexos na economia local. O setor industrial é inexpressivo nos municípios pesquisados, demonstrando, a necessidade de articulação governamental para atração de um polo industrial para a região, diminuindo desta forma, a dependência de somente um setor econômico e dinamizando a economia como um todo. A análise do PIB dos municípios estudados é similar ao encontrado por Carrero et al. (2015) no estado do Amazonas, onde excetuando-se a capital Manaus, o setor primário, em especial a agropecuário, tem contribuído para a geração de emprego e renda e movimentação da economia nos municípios do interior.

3.2.7 Correlação estatística e coeficiente de determinação entre as variáveis desmatamento e produto interno bruto da agropecuária nos municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre.

3.2.7.1 Correlação e coeficiente de determinação entre desmatamento e produto interno bruto no município de Belterra - PA.

No município de Belterra, foi verificada correlação negativa entre as variáveis desmatamento e PIB ($r=-0,6515$) e ($r^2=0,4244$). Demonstrando que a variável desmatamento exerceu uma influência mediana sobre o valor do PIB agropecuário em Belterra, sendo estas variáveis estatisticamente significantes para a análise em questão ($p= 0,0116$) (figura 13).

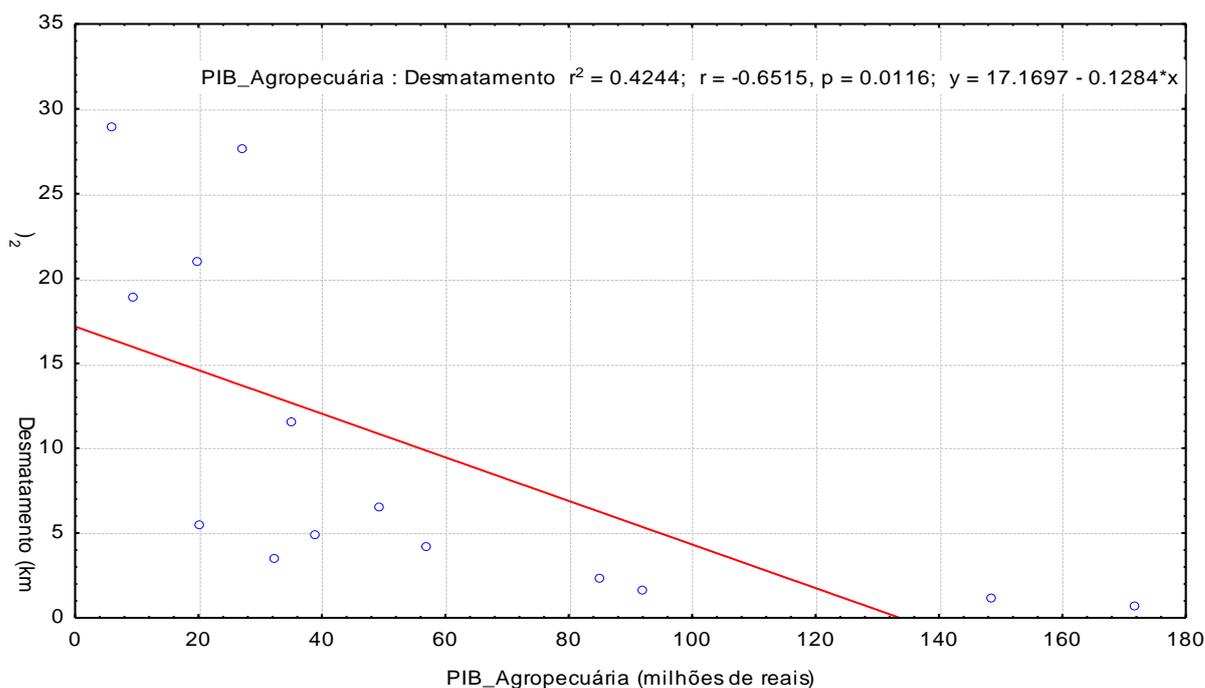


Figura 12 Correlação e coeficiente de determinação entre desmatamento e produto interno bruto no município de Belterra – PA, no período de 2001 a 2014.

Fonte: Elaboração própria, 2017.

3.2.7.2 Correlação e coeficiente de determinação entre desmatamento e produto interno bruto agropecuário no município de Santarém - PA.

No município de Santarém, foi encontrada uma correlação negativa forte ($r = -0,7229$) e um coeficiente de determinação medianamente significativo entre as variáveis ($r^2 = 0,5226$), desmatamento e PIB agropecuário, houve neste caso, diferença estatística significativa entre as variáveis ($p = 0,0035$) (figura 14).

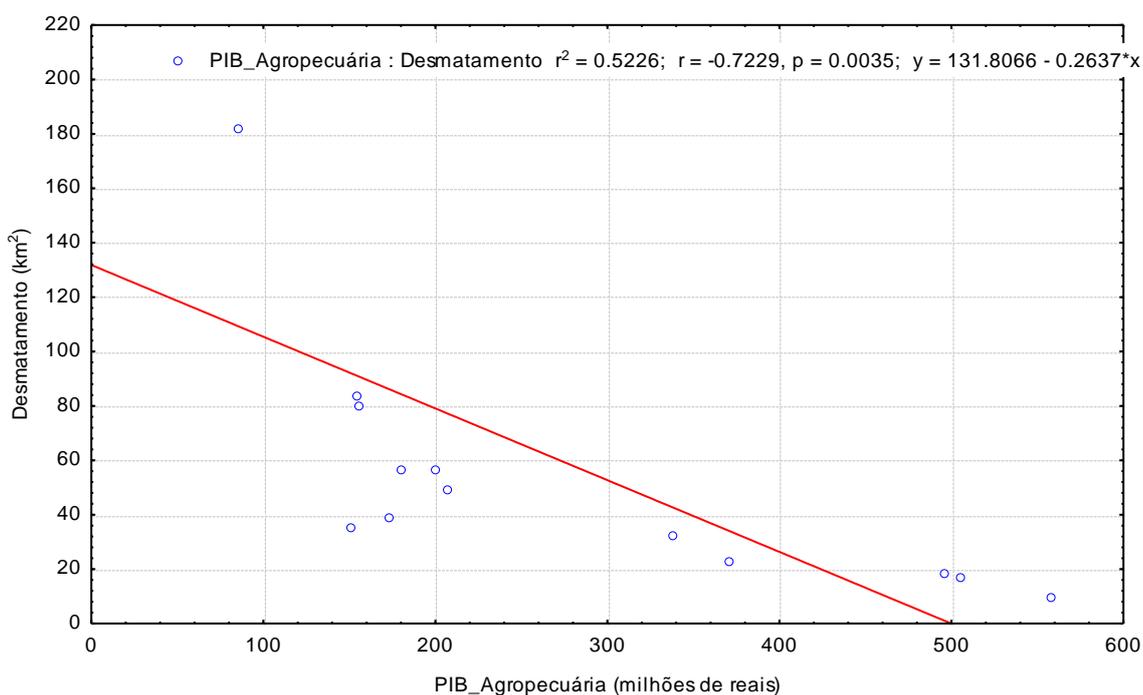


Figura 13 Correlação e coeficiente de determinação entre desmatamento e produto interno bruto agropecuário no município de Santarém – PA, no período de 2001 a 2014.

Fonte: Elaboração própria, 2017.

3.2.7.3 Correlação e coeficiente de determinação entre desmatamento e produto interno bruto agropecuário no município de Monte Alegre - PA.

No município de Monte Alegre, os dados demonstram ausência de correlação entre as variáveis analisadas ($r = 0,0344$) e ($r^2 = 0,0012$) e nenhuma influência na relação desmatamento X PIB agropecuário, com valor estatístico ($p = 0,9072$) não significativo (figura 15).

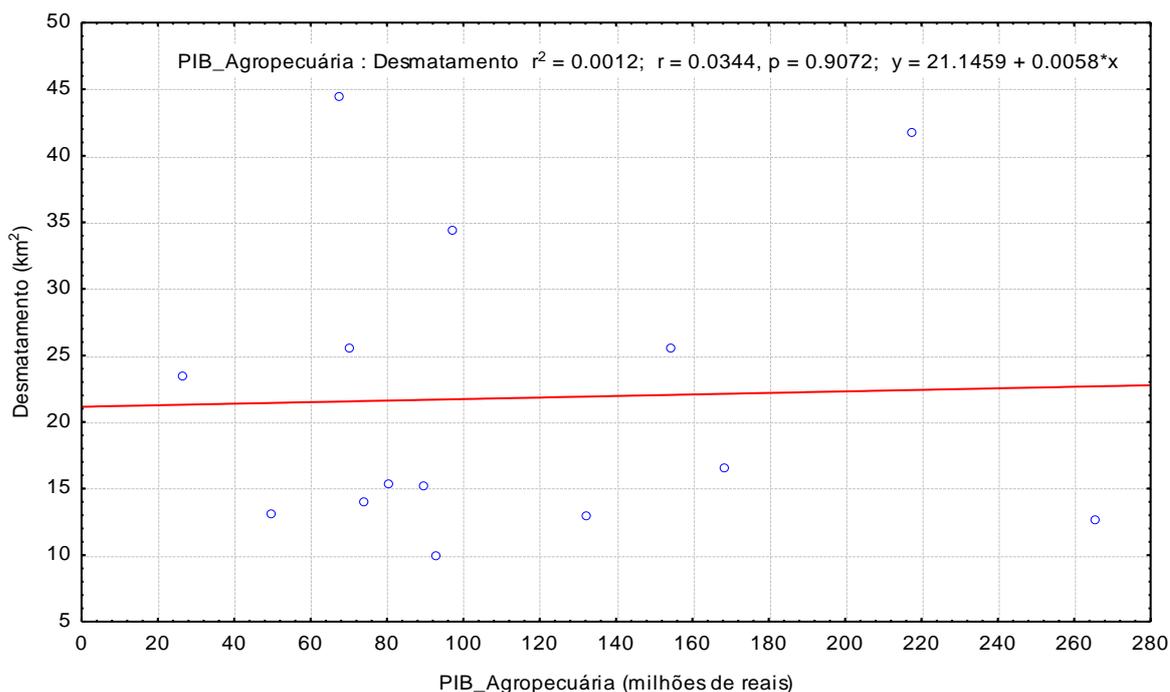


Figura 14 Correlação e coeficiente de determinação entre desmatamento e produto interno bruto agropecuário no município de Monte Alegre – PA, no período de 2001 a 2014.

Fonte: Elaboração própria, 2017.

No presente estudo, houve uma tendência de moderada à fortemente negativa nas correlações entre a taxa de desmatamento e o PIB, em particular, em dois municípios (Belterra e Santarém), e nenhuma correlação no município de Monte Alegre. Estes resultados estão em sintonia com a hipótese de Simon Kuznets que relaciona o aumento da riqueza (PIB) com a melhoria da qualidade ambiental, neste caso, uma redução na taxa de desmatamento (ARRAES et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2011). A hipótese do Kuznets descreve uma relação de degradação ambiental crescente em regiões em desenvolvimento, com renda per capita baixa, cenário aplicável à toda Amazônia (OLIVEIRA et al., 2011). Posteriormente, ao alcançar níveis tecnológicos superiores, junto com mudanças na estrutura produtiva e melhores políticas de proteção ambiental, poderia ter menos pressão aos recursos naturais e ao meio ambiente em geral, e os indicadores de degradação ambiental poderiam apresentar uma redução para níveis de renda mais elevados, situação que pode estar acontecendo nesta região da Amazônia, em particular, com respeito ao processo de desenvolvimento de uma pecuária mais sustentável nestes três municípios estudados.

3.2.8 Correlação estatística e coeficiente de determinação entre as variáveis efetivo bovino e produto interno bruto da agropecuária nos municípios de Santarém, Belterra e Monte Alegre.

3.2.8.1 Correlação estatística e coeficiente de determinação entre o efetivo bovino e produto interno bruto agropecuário no município de Belterra - PA.

No município de Belterra, os dados mostraram uma correlação positiva forte ($r=0,7493$) entre as variáveis efetivo bovino e PIB agropecuário, com impacto mediano no comportamento do PIB agropecuário ($r^2=0,5614$), e houve diferença estatística entre as variáveis analisadas ($p = 0,0020$) (figura 16).

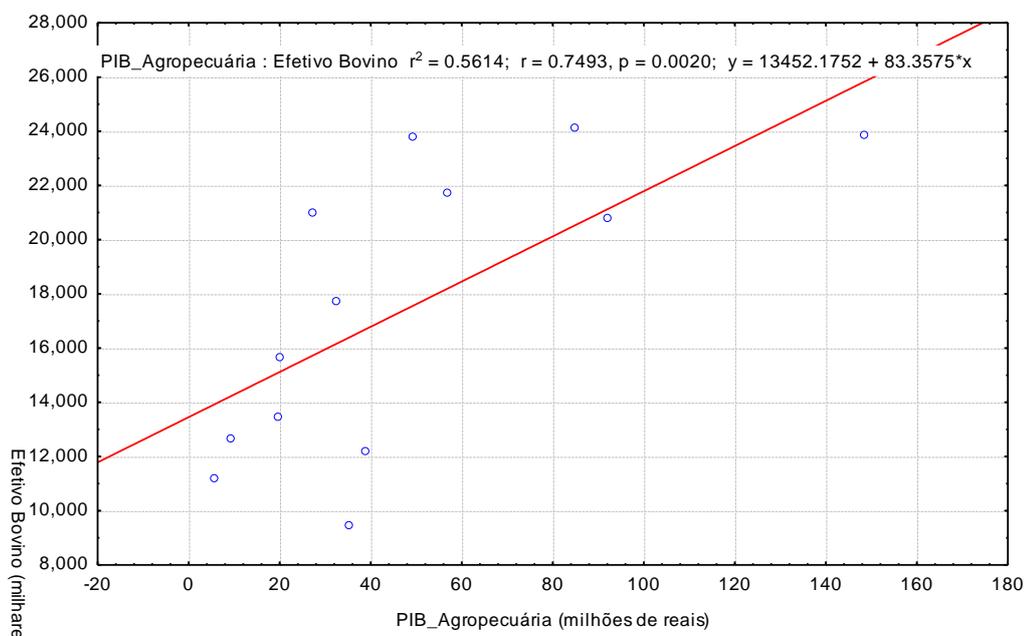


Figura 15 Correlação estatística e coeficiente de determinação entre o efetivo bovino e produto interno bruto agropecuário no município de Belterra – PA, no período de 2001 a 2014.

Fonte: Elaboração própria, 2017.

3.2.8.2 Correlação estatística e coeficiente de determinação entre efetivo bovino e produto interno bruto agropecuário no município de Santarém - PA.

No município de Santarém, a correlação entre o efetivo bovino e o PIB foi positiva ($r=0,4725$), porém fraca, os dados estatísticos corroboram com os dados já apresentados de composição do PIB agropecuário e o peso da pecuária no PIB total

do município. O coeficiente de determinação foi de 0,2233, sem diferenças estatísticas significativas entre as variáveis analisadas ($p = 0,0880$) (figura 17).

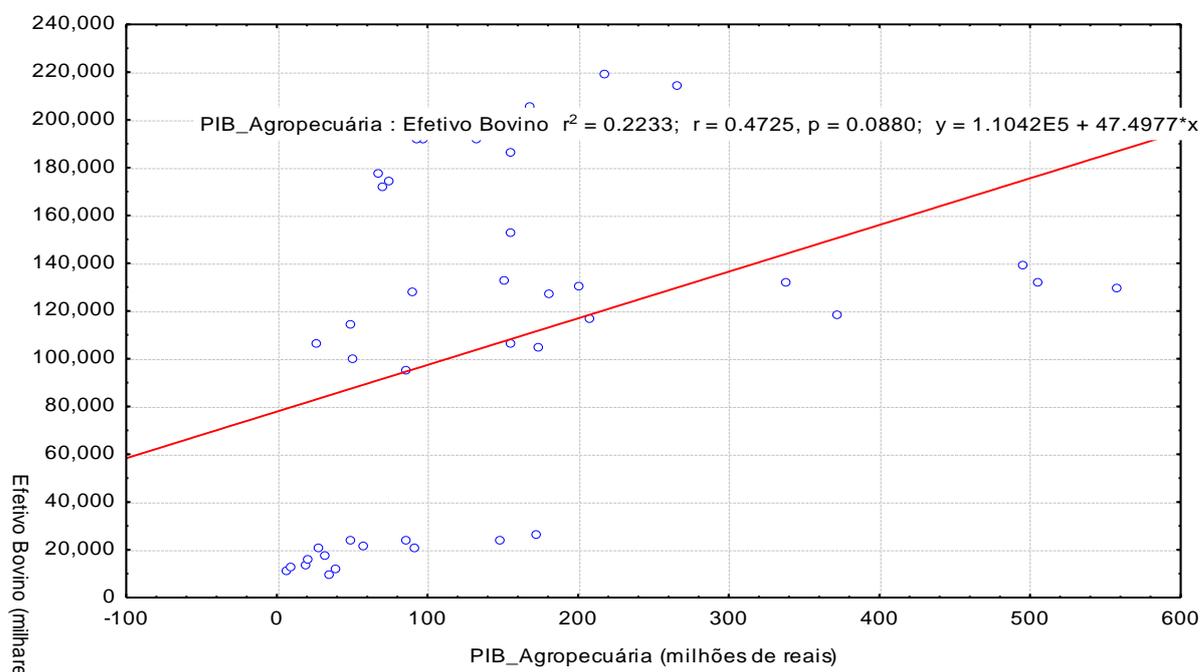


Figura 16 Correlação estatística e coeficiente de determinação entre efetivo bovino e produto interno bruto agropecuário no município de Santarém – PA, no período de 2001 a 2014.

Fonte: Elaboração própria, 2017.

3.2.8.3 Correlação estatística e coeficiente de determinação entre efetivo bovino e produto interno bruto agropecuário no município de Monte Alegre - PA.

O município de Monte Alegre é o município do Baixo Amazonas paraense com maior efetivo bovino e a pecuária tem forte papel no PIB agropecuário. Como um reflexo dessa importância foi verificado correlação positiva forte ($r=0,7347$) entre o efetivo bovino e o PIB agropecuário, e o valor de r^2 foi de 0,5398, demonstrando um efeito mediano do efetivo bovino no PIB agropecuário, onde a pecuária responde por 53,98% do PIB agropecuário no município. As variáveis analisadas apresentaram diferença estatística ($p = 0,0028$) (figura 18).

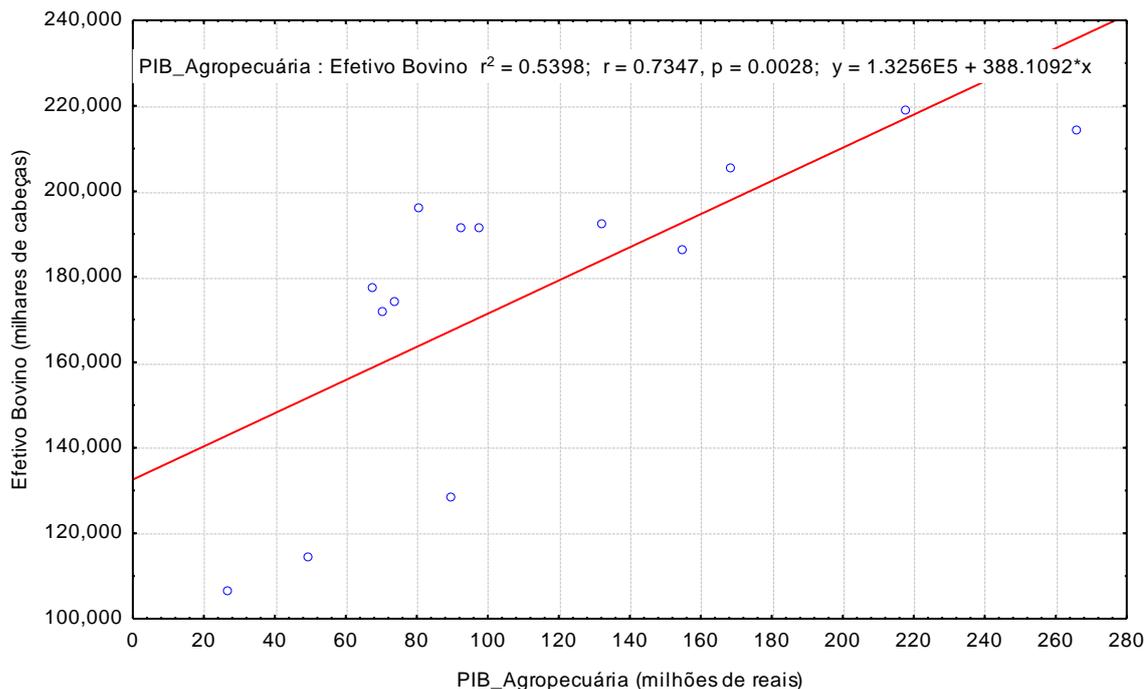


Figura 17 Correlação estatística e coeficiente de determinação entre efetivo bovino e produto interno bruto agropecuário no município de Monte Alegre – PA, no período de 2001 a 2014.

Fonte: Elaboração própria, 2017.

As correlações entre o efetivo bovino e o PIB demonstraram uma relação ligeiramente positiva nos três municípios estudados, ou seja, o efetivo bovino acompanhou o crescimento do PIB agropecuário. Estes resultados eram esperados dado que a pecuária representa 30% do PIB do agronegócio nacional, que, por sua vez representa 21% do PIB nacional. Isso significa que a pecuária é aproximadamente 6% do PIB nacional e, portanto a região do Oeste Paraense não foge dessa tendência nacional.

4 PERFIL DO PECUARISTA BAIXO AMAZONAS E DIFICULDADES DE IMPLANTAÇÃO DE BASES SUSTENTÁVEIS NA ATIVIDADE PECUÁRIA.

O conhecimento da forma como a atividade pecuária está sendo realizada, manejo utilizado, características de rebanho, manejo de solo, pastagens e tecnologias empregadas, são variáveis determinantes para caracterizar fatores responsáveis pela produtividade e estabelecer medidas corretivas, a fim de assentar a atividade pecuária em bases sustentáveis (MINERVINO et al., 2008).

Atualmente, com o aumento da consciência ambiental, as evidências de mudanças climáticas e suas consequências nos processos ecológicos que sustentam os ecossistemas regionais com a manutenção da biodiversidade Amazônica (XIMENES, 1997), é primordial praticar uma pecuária mais sustentável em harmonia com as interfaces humana, ambiental e territorial da Amazônia. De acordo com Vale et al. (2013) a pecuária bubalina, importante atividade do ponto de vista socioeconômico, vem sofrendo pressões ambientais relacionadas a criação de animais em áreas de Várzeas que resultaram em redução do rebanho bubalino e extinção de micro e pequenos produtores familiares.

Para Falesi et al. (2009) a sustentabilidade deve ser a base para o desenvolvimento econômico da agropecuária da região através do aumento da produtividade, que reduzirá a pressão sobre o desmatamento, ainda segundo o autor, quatro segmentos são importantes na busca desse objetivo: pecuária, reflorestamento, agricultura empresarial e familiar. O modelo proposto só terá solução se o uso de tecnologias for incorporado ao sistema de produção, permitindo simultaneamente a busca do equilíbrio entre as variáveis agrônomicas, ecológicas e socioeconômicas.

Desta forma, é fundamental para a atividade pecuária no Bioma Amazônico, a ruptura do conceito dominante na comunidade nacional e internacional dos aspectos arcaicos, retrógrados, insustentáveis ambiental e socialmente que acompanham e caracterizaram a pecuária na Amazônia ao longo de décadas e a rotularam como predatória e insustentável do ponto de vista ambiental.

O primeiro passo para a transposição deste paradigma sobre a pecuária é o enquadramento legal dos produtores em relação ao novo código florestal brasileiro e o respeito as suas determinações quanto a manutenção de reserva legal, manutenção das APPs, inscrição junto ao cadastro ambiental rural (CAR), adesão

ao programa de regularização ambiental (PRA) em caso de existir passivo ambiental na propriedade.

A promulgação da lei do novo código florestal e o aumento da titulação de terras na Amazônia permitiu aos produtores a real possibilidade de enquadramento ambiental da propriedade a renovada norma legal rural vigente.

Um segundo aspecto da sustentabilidade da pecuária na Amazônia é o conceito de produzir mais sobre menos, utilizando as ferramentas de intensificação da atividade com renovação/ recuperação de pastos, integração lavoura – pecuária – floresta, pastejo rotacionado e adesão em maior escala à utilização de biotecnologias reprodutivas, através de uso de reprodutores melhoradores de rebanho quanto a índices zootécnicos, e através da agregação de valor genético com a inseminação artificial e inseminação artificial em tempo fixo (NEVES, 2014).

Neste contexto, é importante um entorno dinâmico, dotação aos produtores de capital humano, físico e tecnológico e pôr fim à inserção e aproveitamento das oportunidades oferecidas pelos mercados. Conforme se expressa Santana; Santana (2006), o desenvolvimento da Amazônia requer conhecimento profundo, com espectro multi e interdisciplinar sobre as realidades locais e atuação coletiva para construir agendas consistentes e capazes de atender aos anseios da sociedade.

Neste sentido, o conhecimento da forma como vem sendo praticada atividade pecuária na região e o grau de tecnologias utilizadas na mesma é fundamental para adequação de rumo e para assentar a atividade em bases sustentáveis e para direcionar correções, políticas, e ações a corrigir as falhas pontuais em estratos diferentes de porte de produtores. Deste modo o presente capítulo objetivou caracterizar os produtores dos municípios de Santarém e Monte Alegre, bem como verificar a percepção dos mesmos sobre sua atividade pecuária na região do Baixo – Amazonas paraense.

4.1 MATERIAL E MÉTODOS

4.1.1 Caracterização do Estudo

O estudo adotou uma abordagem metodológica baseada no levantamento teórico e pesquisa de campo desenvolvida com pecuaristas dos Municípios de Santarém e Monte Alegre, ambos localizados na Região Oeste do Estado do Pará.

Para o estabelecimento do público alvo deste estudo, foi realizado a princípio o levantamento do número de pecuaristas existente nos municípios selecionados, através do cadastro obrigatório de criadores de bovinos e bubalinos da Agência de Defesa Agropecuária do Pará (Adepará), regional de Santarém, escritório local dos municípios de Santarém e Monte Alegre.

Os dados foram estratificados em três categorias de acordo com o número total de animais cadastrado por criador, sem considerar a quantidade de propriedade, obedecendo a seguinte divisão: 10 a 100 animais (pequenos criadores); 101 a 500 animais (médios criadores); mais de 501 animais (grandes criadores).

Foram excluídos do estudo pecuaristas com rebanho inferior a 10 animais e que encontravam-se em situação de inadimplência junto ao Programa Nacional de Controle de Febre Aftosa em 2014, 2015 e 2016.

4.1.2 Cálculo da amostra

As amostras foram calculadas de acordo com as categorias pré-estabelecidas (pecuaristas de pequeno, médio e grande porte), extraídos do cadastro fornecido pela Adepará Santarém e Monte Alegre.

Para o cálculo da amostra foi utilizada a formula abaixo de acordo com Santos, 2015.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1-p) + e^2 \cdot (N-1)}$$

Onde:

n - amostra calculada

N - população

Z - variável normal padronizada associada ao nível de confiança

p - verdadeira probabilidade do evento

e - erro amostral

O estudo estabeleceu o percentual de 10% para erro amostral, com nível de confiança de 90%, para o cálculo amostral. Também foi utilizado para o cálculo de “p” (verdadeira probabilidade do evento) do município de Santarém, o percentual máximo para as categorias de pecuaristas de médio porte (10,8%) e para pecuaristas de grande porte (1,5%) e o percentual mínimo para o cálculo de pecuarista de pequeno porte (87,7%) e para o município de Monte Alegre, o percentual máximo para as categorias de pecuaristas de médio porte (8%) e para pecuaristas de grande porte (2%) e o percentual mínimo para o cálculo de pecuarista de pequeno porte (90%)

Após a determinação do quantitativo amostral, a escolha dos pecuaristas a serem entrevistados foi realizada através de sorteio simples, no qual todos os elementos tiveram a mesma probabilidade de serem selecionados.

No Município de Santarém, de acordo com os critérios estabelecidos, foram identificados, um total de 1.831 pecuaristas, sendo 1.605 de pequeno porte, 198 de médio porte e 28 pecuaristas de grande porte, que possuíam um rebanho total de 122.236 animais cadastrados, sendo 113.241 bovinos e 8.995 bubalinos. Estabeleceu-se para análise uma amostra 47 pecuaristas no município de Santarém, sendo 18 pecuaristas de pequeno porte, 19 de médio porte e 10 (dez) de grande porte entre os pecuaristas do município de Santarém. .

No Município de Monte Alegre, existem um total de 2.810 pecuaristas, sendo 2.295 de pequeno porte, 473 de médio porte e 42 pecuaristas de grande porte, com um rebanho total de 223.661 animais cadastrados, destes 217.831 bovinos e 5.830 (cinco mil e oitocentos e trinta) bubalinos. Para análise do perfil do produtor de Monte Alegre, estabeleceu-se uma amostra de 50 pecuaristas sendo 25 de pequeno porte, 20 de médio porte e 5 (cinco) de grande porte.

4.1.3 Instrumentos para Coleta de dados

Os dados foram coletados através de trabalho de campo, utilizando-se aplicação de questionário com questões fechadas de múltipla escolha e questões em que o produtor manifestava sua percepção, caracterizando assim uma entrevista semiestruturada, que foi realizada nos municípios de Santarém e Monte Alegre entre os meses de maio a novembro de 2016.

Para melhor caracterização do perfil do produtor, sua forma de criação e suas principais dificuldades na implantação de bases sustentáveis na atividade pecuária, o questionário (Apêndice I) foi dividido em 06 (seis) partes: 1) localização da propriedade e informações gerais, 2) Características gerais da propriedade, 3) Pastagens e forrageiras, 4) Rebanho, 5) Sistema de produção e 6) Percepção do produtor quanto sua atividade pecuária.

A taxa de natalidade foi encontrada, escolhendo-se aleatoriamente 5 (cinco) propriedades em cada estrato e verificando junto a ADEPARÁ, o quantitativo de animais em idade reprodutiva (+36m) e o número de animais de 0 a 12m.

4.1.4 Análise estatística

Os dados do estudo foram divididos e tabulados de acordo com o município de localização das propriedades e em consonância com o cadastro dos produtores na ADEPARA, ou seja, grupo de propriedades situadas em Monte Alegre e grupo de propriedades situadas em Santarém (abrangendo os municípios de Belterra e Mojuí dos Campos, localizados na região metropolitana de Santarém).

Para análise dos dados qualitativos, em relação ao item 6 (Percepção do produtor quanto sua atividade pecuária), optou-se pelo método de saturação, no qual o pesquisador realiza o fechamento amostral por saturação teórica, quando os dados obtidos não apresentarem nenhum dado adicional à pesquisa (GLASER; STRAUSS, 1967). Para Fontanella et al. (2008) na expressão dos autores, tratar-se-ia de uma confiança empírica de que a categoria está saturada, levando-se em consideração uma combinação dos seguintes critérios: os limites empíricos dos dados, a integração de tais dados com a teoria (que, por sua vez, tem uma determinada densidade) e a sensibilidade teórica de quem analisa os dados. Como critério de saturação para este estudo, utilizou-se a redundância de informações.

Foi realizada a análise estatística descritiva dos resultados para determinação dos quantitativos e das frequências de cada resposta do questionário, utilizando-se a planilhas Excel, utilizando a função de Média, a qual mede a tendência central de um grupo de números, ou seja, trabalha os dados coletados estabelecendo a média aritmética dos argumentos (que são os valores extraídos das entrevistas). A média aritmética é calculada por meio da adição de um grupo de números e, em seguida, da divisão pela contagem desses números.

4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são discutidos seguindo a sequência dos tópicos apresentados no questionário. Vale ressaltar que por se tratar de um questionário para elaboração do perfil do pecuarista, os dados coletados, foram preservados fidedignamente de acordo com os relatos dos sujeitos participantes do estudo, sem a necessidade de apresentação de documentos ou laudos técnicos para respaldar as informações referentes a alguns itens do questionário, como por exemplo: características gerais e potencial de hidrogeniônico (pH) do solo.

4.2.1 Localização das propriedades e informações gerais

As informações referentes ao nome do proprietário, da propriedade e sobre o endereço, constantes no questionário, foram solicitadas para obtenção junto a ADEPARA de informações referentes ao cadastro dos produtores e levantamento da situação de evolução do rebanho nos municípios pesquisados, porém, estas informações não serão divulgadas, garantindo o sigilo da identificação dos proprietários.

Este item do questionário buscou identificar a localização das propriedades de acordo com a região e a forma de acesso no período de verão e inverno, porém, vale ressaltar que não houve a preocupação de dividir os entrevistados por porte de criação para este item.

Dos criadores entrevistados no município de Santarém, 51,55% possuem propriedades na Terra firme e 48,45% na região de várzea e do município de Monte Alegre 83,93 % das propriedades estão localizadas na Terra firme e 16,07 % na região de várzea (quadro 1). Ao estratificar a região de localização das propriedades de Santarém por categoria, tem-se a predominância de 66,67% criadores de pequeno porte com propriedades situadas na área de várzea, 53,85% de criadores de médio porte na região de terra firme e 80% dos produtores de grande porte localizados na terra firme. Em Monte Alegre, tem-se um cenário diferenciado, pois 92,85% dos criadores de pequeno porte e 75% de criadores de médio e grande porte, respectivamente, entrevistados, têm suas propriedades situadas em região de terra firme (quadro 2).

Quadro 2 Localização das propriedades por município, de acordo com a região e o porte de criação em 2016

Município	Porte de criação	Região	
		Terra Firme	Várzea
Santarém	Pequeno	6	12
	Médio	10	9
	Grande	8	2
Monte Alegre	Pequeno	23	2
	Médio	15	5
	Grande	4	1

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Ao analisarmos o local da propriedade de exploração pecuária (quadro 1) observamos que em Santarém 66,6% (12) dos pequenos produtores tem sua propriedade localizada em áreas ribeirinhas, ou seja, a reprodução tradicional da criação de gado na Amazônia, acompanhando o fluxo de subida e descida do rio Amazonas, porém com mudanças de manejo, por não utilização das antigas marombas. Atualmente, o pequeno produtor, desloca o seu rebanho para áreas altas, de pastagens cultivadas, quase sempre na forma de arrendamento até a descida das águas e o deslocamento dos rebanhos novamente para as áreas de várzea.

Este tipo de pecuária, realizada por pequenos produtores carece de melhor infraestrutura de pastagens, melhoramento genético, mineralização e maior controle zootécnico, considerando que, em algum momento os animais estarão sendo criados coletivamente, ou na várzea ou na terra firme, em pastos arrendados.

No segmento de médio porte (quadro 1), é possível verificar uma inversão de localização de propriedade, com 52,6% (10) dos pecuaristas já com propriedades na terra firme e a consolidação dessa tendência no grande produtor, onde 80% (8), já tem sua propriedade nas áreas altas de terra firme. Lourenço Jr.; Garcia (2008) apontam para a pouca atratividade da pecuária em sistemas tradicionais de criação na Amazônia, onde somente permanecerá na pecuária os que se adaptarem a nova realidade de criação, fato este observado nesta pesquisa.

No município de Monte Alegre, ao juntarmos os 3 (três) estratos de produtores, verificamos que somente 16% (8) possuem propriedade na área de várzea. Em um primeiro momento, esta informação transparece uma mudança

drástica da forma de se fazer pecuária no município de Monte Alegre, no entanto, observamos que as áreas de várzea de Monte Alegre, apresentam uma cota de inundação maior que as de Santarém, limitando desta forma, as propriedades em áreas ribeirinhas, mas não significando que os animais não utilizem as pastagens nativas no período de verão. Maiores considerações serão fornecidas na análise do item rebanho, a posteriori.

Quanto a percepção dos sujeitos em relação ao acesso as propriedades no período de verão e inverno, verificou-se que 89,36% (42) produtores de Santarém consideram fácil o acesso a propriedade no verão e 93,62 % (44) consideraram fácil o acesso no inverno. Percentual similar foi observado quanto aos produtores de Monte Alegre, ou seja, 88% consideraram fácil o acesso em ambos os períodos citados (quadro 3).

Quadro 3 Percepção dos produtores de Santarém e Monte Alegre, quanto ao acesso a propriedade nos períodos de verão e inverno em 2016

Município	Porte de criação	Verão		Inverno	
		Fácil	Difícil	Fácil	Difícil
Santarém	10-100	13	5	15	3
	101-500	15		15	
	+ 501	8		8	
		42 (89,36%)	5 (10,64%)	44 (93,62%)	3 (6,38%)
Monte Alegre	10-100	25		25	
	101-500	15	5	15	5
	+ 501	4	1	4	1
		44 (88%)	6 (12%)	44 (88%)	6 (12%)
Total		86	11	88	9

Fonte: Elaboração própria, 2017.

É importante salientar que somente uma estrada que permite acesso ao município de Monte Alegre é asfaltada, a PA 255 e as distâncias percorridas sempre são longínquas para se chegar ao destino. No município de Santarém, apesar de maior infraestrutura de asfalto, a maioria das estradas, carece de pavimentação, nota-se nesta situação que o entendimento dos produtores de facilidade de acesso as propriedades está relacionado ao chegar à mesma, independente de tempo e condições da via para tal acesso.

O fato das dificuldades vivenciadas no dia a dia torna esta percepção de facilidade de acesso secundária aos mesmos, pois a dura realidade rotineira já está

incorporada a sua vivência e mascara o real conceito de facilidade e dificuldade de acesso.

4.2.1.1 Posse da terra

De acordo com os dados coletados sobre a titulação das propriedades (quadro 4), verificou-se que 57% das propriedades de Santarém não possuem títulos definitivos em contraponto a 55% das propriedades de Monte Alegre que possuem títulos.

Quadro 4 Situação das propriedades os municípios de Santarém e Monte Alegre quanto à titulação das terras em 2016

Município	Porte de criação	S/ Titulo	%	C/ Titulo	%
Santarém	10-100	14	78	4	22
	101-500	6	33	13	67
	+ 501	6	63	4	38
Total		27	57	20	43
Monte Alegre	10-100	13	53	12	47
	101-500	9	43	11	57
	+ 501	1	13	4	88
Total		23	45	27	55

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Ao analisar por porte de produtores, observou-se que as propriedades de criadores de pequeno porte (10 – 100 animais) dos dois municípios de referência, destacam-se por não possuir títulos de terra, com destaque para Santarém que apresentou 78% sem título. Uma possível explicação ao grande número de propriedades de pequeno porte em Santarém sem titulação, pode estar relacionada à localização majoritária em áreas de várzea, que são terras pertencentes à união e aonde o INCRA criou os projetos de assentamentos agroextrativistas (PAE), não mais permitindo a titulação individual e caracterizando as áreas como coletivas.

Os criadores de médio porte (101-500 animais) e grande porte (+ de 501 animais) do município de Monte Alegre apresentaram 67% e 88% de propriedades com títulos, respectivamente. Santarém por sua vez apresentou 67% de

propriedades de criadores de médio porte com titulação e 63% das propriedades de criadores de grande porte sem títulos (quadro 4).

Os dados referentes à titulação da terra expõem um grave problema na Amazônia, a falta de títulos de propriedades particulares, pois sem o título da terra, não é possível acesso ao crédito rural para investimento em melhorias e tecnologias. A falta de titulação encoraja práticas condenáveis atualmente, como o desmatamento, pois esconde o verdadeiro proprietário do imóvel e cria resistência ao cadastramento rural, via CAR.

O programa Terra Legal, criado em 2009, pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) teve como objetivo inicial titular 150 mil posseiros que ocupam terras públicas federais, visando alavancar modelos de produção sustentável na Amazônia. Segundo, a atual Secretaria Especial de Agricultura familiar e do Desenvolvimento Agrário, a meta para 2017 é entregar 12 mil títulos de terra na Amazônia legal.

4.2.1.2 Mão de obra

Os criadores de grande porte do município de Santarém utilizam 100% de mão de obra contratada, já os pequenos e médios criadores utilizam tanto a mão de obra contratada, quanto a familiar, chamando atenção para os pequenos criadores que 66,67% (12) da sua mão de obra é familiar, ao contrário dos médios criadores que utilizam 73,33% (14) de mão de obra contratada. Em Monte Alegre, verificou-se que 100% dos criadores de grande porte entrevistados, utilizam mão de obra contratada, havendo referência à mão de obra familiar em 57,14% (11) de criadores de médio porte e 100% dos criadores de pequeno porte (quadro 5).

Quadro 5 Mão de obra utilizada nas propriedades dos municípios de Santarém e Monte Alegre de acordo com o porte de criação, em 2016

Mão de obra	Santarém						Monte Alegre					
	10-100	%	101-500	%	+ 501	%	10-100	%	101-500	%	+ 501	%
Contratada	6	31,58	14	73,33	10	100	0		11	57,14	5	100
Familiar	12	57,89	5	26,67	0		25	100	9	42,86	0	
Total	18	10,53	19	0,00	10		25		20	0,00	5	

Fonte: Elaboração própria, 2017.

A pecuária é uma atividade criticada por ocupar extensas áreas, com pouca utilização de mão de obra, neste estudo está evidenciado o papel da pecuária como geradora de empregos, em especial no segmento de grandes e médios criadores,

bem como no papel fundamental de manutenção do homem no campo, entre os pequenos produtores que utilizam majoritariamente a mão de obra familiar, relegar a pecuária a um papel secundário na geração de emprego e renda, nos parece, mais uma interpretação ideológica do que econômica, visto a cadeia produtiva que gira em torno da pecuária e a importância da mesma, nos municípios do Baixo – Amazonas paraense.

4.2.1.3 Nível de Instrução da pessoa responsável pelas decisões na propriedade

Sobre o nível de instrução da pessoa responsável pelas decisões nas propriedades do município de Santarém, dentre os 47 (quarenta e sete) entrevistados, destaca-se 22,18% (10) possuem nível superior, (destes 6 (seis) pessoas são da categoria de médio porte de criação, que corresponde a 33,33%), 14,89% de nível médio completo (dos quais 4 (quatro) pessoas são da categoria de pequenos criadores) e 14,89% (7 pessoas) com nível fundamental completo, também com a maioria (4 pessoas) da categoria de pequenos criadores. No entanto 36,17% (6) do total dos entrevistados de Santarém, não responderam a pergunta por não terem certeza da escolaridade de seus colaboradores (quadro 6).

Quadro 6 Nível de instrução dos responsáveis pelas decisões nas propriedades dos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação em 2016

Município	Porte de criação	Superior		Médio		Fundamental		Analfabeto	Sem resposta	Total
		Comp	Inc	Comp	Inc	Comp	Inc			
Santarém	10-100	3	0	4	2	4	0	0	6	18
	101-500	6	0	0	1	3	4	0	5	19
	+501	1	0	3	0	0	0	0	6	10
	%	22,18	0,00	14,89	6,73	14,89	8,09	0,00	36,17	
Monte Alegre	10-100	0	0	3	0	13	2	3	3	25
	101-500	6	0	3	1	9	0	0	1	20
	+ 501	1	0	1	0	2	0	0	1	5
	%	13,93	0,00	14,88	2,86	47,56	3,33	6,67	10,77	

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Dos 50 (cinquenta) entrevistados de Monte Alegre, 13,93% (7 pessoas) possuem nível superior completo, destes, 6 (seis) pessoas são da categoria de médio porte e 1 (um) de grande porte, 14,88% (7 pessoas) possuem nível médio completo, sendo 3 (três) pessoas da categoria de pequeno criador e 3 (três) da

categoria de médio criador e 1 (um) de grande criador, 47,56% possuem nível fundamental completo, ou seja 24 (vinte e quatro) pessoas, sendo, 13 (treze) pessoas da categoria de pequeno criador, 9 (nove) pessoas da categoria de médio criador e 2 (duas) pessoas da categoria de grande criador. 10,77 % (5 entrevistados) não informaram o nível de instrução das pessoas responsáveis pelas propriedades (quadro 6).

Neste tópico, o avanço da escolaridade dos responsáveis pelas decisões na pecuária, em especial entre os médios produtores, é de fundamental importância para a quebra do paradigma da associação da pecuária como uma atividade arcaica, retrógrada e insustentável, pois essas pessoas de maior escolaridade absorvem com maior rapidez e aceitação a necessidade de gerir a propriedade de uma forma mais profissional e implantar as novidades tecnológicas disponíveis atualmente, para melhorar o desempenho da pecuária regional. Foi observada também, uma sucessão entre gerações de pessoas na pecuária, com aumento de escolaridade, onde a base familiar rural, agora se embasa em decisões mais profissionais dos que tem maior escolaridade.

4.2.2 Características gerais da propriedade

Este item aborda como características gerais das propriedades, os aspectos relacionados à fonte e fornecimento de água que abastece a propriedade e é ofertada aos animais, assim como aspectos voltados ao tipo de solo e seu manejo.

4.2.2.1 Fonte água de abastecimento da propriedade e fornecimento de água para os animais

As três principais fontes de água nas propriedades de Santarém citadas nas entrevistas foram: igarapé (27,6%), poço (23,4%) e rio (19,1%). As propriedades de Monte Alegre também indicaram os igarapés (18%), rio (18%), poço (10%) e lago (10%) como principais fontes de água (quadro 7).

Quadro 7 Origem da fonte de água nas propriedades de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação em 2016

Origem da Fonte de água	Santarém			Total	Monte Alegre			Total
	10-100	101-500	+ 501		10-100	101-500	+ 501	
Igarapé	6	5	4	13	5	4	2	9
Rio	6	4	0	9	8	3	1	9
Poço	4	5	4	11	5	0	1	5
Lago	1	1	0	2	3	4	0	5
Barreiro	1	0	0	1	0	0	0	0
Açude	0	0	0	0	2	1	0	2
Poço + igarapé	0	0	0	0	0	3	0	2
Poço + rio	0	0	0	0	0	4	0	3
Nascente	0	1	3	3	2	0	1	2
Sem resposta	1	3	0	3	0	0	0	0
Total	18	19	10		25	20	5	

Fonte: Elaboração própria, 2017.

A fonte de água fornecida para os animais nas propriedades do município de Santarém mais citada nas entrevistas, foram às fontes naturais (69,05%) para as três categorias de porte de criação investigadas, seguidas por bebedouros com 19,05%. Somente na categoria de criadores de médio porte houve a menção de utilização integrada de fontes naturais e bebedouros nas propriedades (quadro 8)

Em Monte Alegre as fontes de água naturais são as utilizadas por 34 (70,27%) criadores nas três categorias, seguidos por 18,92% (11) de criadores que informaram usar ambas as fontes de fornecimento, ou seja, usam fontes naturais e em determinadas áreas da propriedade, que ficam mais distantes, usam bebedouros (quadro 8).

Quadro 8 Tipo de fonte de fornecimento de água para o gado nas propriedades de Santarém e Monte Alegre, em 2016

Tipo de fontes	Santarém				Monte Alegre			
	10-100	101-500	+ 501	Total	10-100	101-500	+ 501	Total
Fontes naturais	12	13	8	32	15	14	4	34
Bebedouro	4	3	3	9	3	1	1	5
Ambos	0	4	0	4	7	4	0	11
Sem resposta	2	0	0	2	0	0	0	0
Total	18	19	10	47	25	20	5	50

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Este tópico demonstra a pouca preocupação dos pecuaristas de todos os portes em evitar o consumo de água dos animais diretamente das fontes naturais, fato este, em especial nas áreas de terra firme que pode comprometer a qualidade e a própria manutenção dos mananciais de água.

4.2.2.2 Características do solo

O item sobre as características do solo das propriedades foi de múltipla escolha, como pode ser observado no quadro 8 abaixo. Também não foi necessária a comprovação técnica do tipo de solo (mesmo por parte daqueles que informaram já ter feito análise de solo), porém mesmo sem esta comprovação, 12,77% (6) entrevistados de Santarém e 34% (17) dos entrevistados de Monte Alegre, não responderam à pergunta (quadro 9).

Quadro 9 Características gerais do solo dos municípios de Santarém e Monte Alegre por porte de criação, em 2016

Tipo de Solo	Santarém				Monte Alegre			
	10-100	101-500	+501	Total	10-100	101-500	+501	Total
Terra roxa	1	1		2		1		1
T. Mista amarela		1	1	2	1			1
T.m.arenosa	4		1	5	4	2	1	7
T. Branca de areia					1			1
T.m. areia preta	2	1		3	2	2		4
Barro amarelo	9	5	5	19		3		3
Barro vermelho		1		1	4		1	5
T.b. areia+t.m.a.preta			1	1		1		1
T.b. areia+b.amarelo	1			1				
T.m.amarela+t.m.arenosa					1		1	2
T.m.amarela+t.b. areia						1		1
T.m. areia preta+b.vermelho							1	1
T.m.arenosa+b.vermelho							1	1
T.m.arenosa+b.amarelo		2		2	1	3		4
T. Roxa + b. Amarelo	1	1		2		1		1
Solo várzea		3		3				
Sem resposta		4	2	6	11	6		17
Total de entrevistas	18	19	10	47	25	20	5	50

Fonte: Elaboração própria, 2017.

O tipo de solo mais referido pelos entrevistados de Santarém foi o Barro Amarelo, este tipo de solo, tecnicamente denominado Latossolo Amarelo, possui ampla distribuição no município de Santarém, possui textura média e muito argilosa. São solos considerados de baixa fertilidade natural, que recebem nutrientes via

biomassa vegetal e que permitem nos primeiros anos de formação das pastagens elevada produção forrageira, como já mencionada em tópicos anteriores.

Em Monte Alegre foram mencionadas três tipos de solos, que são: terra mista arenosa com 14% (7), barro vermelho com 10% (7) e 8% (4) de terra mista arenosa e barro amarelo (quadro 8). Verifica-se que a presença de solos arenosos e mistos em Monte Alegre, deve-se as áreas de manchas de cerrado que existem no município, e ao afastar dessas áreas aparece o predomínio do latossolo bruno avermelhado, conforme se observou nos questionários respondidos.

4.2.2.3 Análise do solo

Uma constatação preocupante da presente pesquisa está no fato que 76 (78,76%) do total dos sujeitos entrevistados informaram que nunca fizeram análise de solo nas propriedades, com destaque para os criadores de pequeno porte de Monte alegre onde 100% dos 25 (vinte e cinco) entrevistados não realizaram a análise. Nas demais categorias, de ambos os municípios, vê-se a prevalência pela não realização, com exceção dos grandes criadores de Santarém que apresentaram um equilíbrio entre a realização ou não da análise. (quadro 10).

Quadro 10 Situação de análise de solo nos municípios de Santarém e Monte alegre, por porte de criação, em 2016

Município	Porte de criação	Análise de solo				Total
		Sim	%	Não	%	
Santarém	10-100	2	11,11	16	88,89	18
	101-500	9	46,67	10	53,33	19
	+ 501	5	50,00	5	50,00	10
Monte Alegre	10-100	0	0,00	25	100,00	25
	101-500	3	14,29	17	85,71	20
	+ 501	2	37,50	3	62,50	5
Total		21	23,08	76	76,92	97

Fonte: Elaboração própria, 2017.

No município de Santarém ao agruparmos os dados referentes aos médios e grandes criadores, os percentuais estão de acordo com Minervino et al. (2008) que encontraram em Santarém um percentual de 52,4% de produtores que já haviam realizado análise de solo de suas propriedades, frente ao encontrado neste estudo

de 48,27%. Porém, com a inclusão dos produtores de menor porte, o percentual cai para 34,04%, portanto diferente do encontrado por Minervino et al. (2008).

Das 21 (vinte e uma) propriedades, abrangendo os dois municípios, que realizaram a análise de solo (quadro 10), 15 (quinze) propriedades são do município de Santarém, destacando-se os criadores de médio porte com 46,67% (9 propriedades).

O pH do solo informado pelos criadores de Santarém varia de 4,2 a 6,9. Quanto a Monte Alegre, o pH informado por 2 (dois) entrevistados foi de 5,5. Porém, dentre os que afirmaram ter realizado análise de solo, 14 (quatorze) entrevistados (de ambos os municípios) não souberam informar o pH do solo. No capítulo V, os dados referentes ao uso do tipo de solo, será discutido com maior aprofundamento.

Em relação ao tempo da última realização, verificou-se que de acordo com os relatos, as análises foram realizadas entre os anos de 2008 a 2015 no município de Monte Alegre e entre os anos de 2014 e 2015 no município de Santarém.

4.2.2.4 Calagem do solo

Em relação a calagem dos pastos, notamos que 75 (setenta e cinco) entrevistados, de ambos os municípios estudados, informaram que este procedimento não é realizado, ou seja, 62,50% das propriedades não fazem a calagem dos pastos. Destas, 47 (quarenta e sete) propriedades localizam-se em Monte Alegre e 28 (vinte e oito) em Santarém. Ao estratificar por categoria de porte de criadores, nota-se que 100% dos criadores de pequeno porte de Monte Alegre relataram que não realizaram a calagem dos pastos. Dos 14 (quatorze) entrevistados que responderam afirmativamente, 11 (onze) pertencem ao município de Santarém, e destes 8 (oito) são criadores de médio porte (quadro 11).

Quadro 11 Calagem de pastos nos municípios de Santarém e Monte Alegre de acordo com o porte de criadores, em 2016.

Município	Porte de criação	Calagem dos pastos						Total
		Sim	%	Não	%	Sem resposta	%	
Santarém	10-100	2	10,53	10	57,89	6	31,58	18
	101-500	8	40,00	9	46,67	3	13,33	19
	+ 501	1	12,50	9	87,50	0	0,00	10
Monte Alegre	10-100	0	0,00	25	100,00	0	0,00	25
	101-500	1	7,14	19	92,86	0	0,00	20
	+ 501	2	37,50	3	62,50	0	0,00	5
Total		14		75		8		97

Fonte: Elaboração própria, 2017

A frequência de realização da calagem nos pastos informada foi variada, pois alguns criadores já realizam o procedimento uma ou duas vezes, outros realizam com uma frequência anual e outros com frequência programada entre 6 (seis) a 7 (sete) anos.

A melhoria do pH do solo, é uma estratégia que permite a longevidade das pastagens na Amazônia, sabidamente de solos ácidos, devido a intensa lixiviação e ao percentual elevado de alumínio, a realização de calagem, permite o sequestro do alumínio ligado quimicamente no solo e a disponibilidade de nutrientes para as forragens. A calagem permite, portanto, a neutralização do alumínio trocável e o aumento da saturação por bases (cálcio e magnésio) elevando o pH do solo.

4.2.2.5 Adubação dos pastos

Outro aspecto importante sobre o manejo dos pastos é a adubação, e novamente, constatou-se que 75 (setenta e cinco) criadores (76,95%) do total de entrevistados, não realizam a adubação das pastagens, destes 43 (quarenta e três) são propriedades de Monte Alegre e 31 (trinta e um) são do município de Santarém (quadro 12). Minervino et al. (2008) encontrou em Santarém um percentual de 19% de produtores que realizaram adubação de pastagem, similar ao encontrado neste estudo, que foi de 21,3%, mostrando que persiste a falta de conhecimento ou consciência sobre o assunto.

Quadro 12 Adubação dos pastos nos municípios de Santarém e Monte Alegre de acordo com o porte de criadores, em 2016

Município	Porte de criação	Adubação dos pastos						Total
		Sim	%	Não	%	Sem resposta	%	
Santarém	10-100	2	10,53	12	68,42	4	21,05	18
	101-500	5	26,67	11	60,00	3	13,33	19
	501	3	25,00	8	75,00	0	0,00	10
Sub-total		9	6,67	31	93,33	7	0,00	47
Monte Alegre	10-100	2	21,43	23	78,57	0	0,00	25
	101-500	4	12,50	16	87,50	0	0,00	20
	501	1	10,53	4	68,42	0	21,05	5
Sub-total		7	26,67	43	60,00	0	13,33	50
Total		16		75		7		97

Fonte: Elaboração própria, 2017.

A utilização de sistemas de pastejo intensivo, com rotação e adubação de pastagens, permite segundo Lourenço; Garcia (2008) sextuplicar a produtividade, em relação à pecuária extensiva, viabilizando segundo os autores, a recuperação de áreas degradadas. Stabile et al. (2016) encontraram que a intensificação do manejo dos pastos, aumenta a lucratividade em 88% e permite dobrar a carga animal com a mesma área de pastagens.

A frequência da realização da adubação das pastagens também foi variada (anual, semestral, de 7 em 7 anos), sem um padrão determinado mesmo entre os criadores que realizam o procedimento.

Relacionando as informações sobre análise do solo, calagem e adubação da pastagem, nota-se que dos 21 criadores que realizaram análise de solo, somente 3 (três) (2 de Santarém e 1 de Monte Alegre) realizaram os procedimentos de calagem e adubação das pastagens, os demais não fizeram calagem e ou adubação, porém encontramos criador que nunca fez análise de solo e já realizou calagem e ou adubação, assim como tiveram criadores que fizeram apenas um dos procedimentos. A utilização de adubos na pecuária é baixo no Brasil, segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANANDA) as pastagens foram responsáveis pela utilização de 1,4% do total de adubos no Brasil em 2011, isto demonstra que a estratégia de adubação de pastagens ainda é incipiente no Brasil e os dados do presente estudo reforçam esta situação na região do Baixo – Amazonas

paraense, porém já houve uma evolução em relação ao constatado por Minervino et al. (2008).

O manejo adequado das pastagens, iniciado em primeiro lugar com análise de solos e posterior correção da acidez, é condição chave para a sustentabilidade e longevidade da atividade pecuária na Amazônia. Neste estudo, está evidenciado o desconhecimento de um adequado manejo de solos, para a produção vigorosa de forrageiras, é necessário um envolvimento de Sindicatos Rurais, Universidades, Secretarias de Agricultura, para em conjunto reverterem essa realidade.

4.2.3 Pastagens e forrageiras

Na região do Baixo-Amazonas, existem 2 (dois) tipos de pastagens: as pastagens nativas de solos aluviais, denominadas de pastagens de várzea e as pastagens cultivadas, ou de terra firme.

As pastagens nativas, sujeitas a inundações periódicas, ocorrem as margens do rio Amazonas. São pastagens abundantes na região de Santarém e Monte Alegre, e representam importantes áreas de criação de gado, em especial no período seco, entre os meses de agosto a dezembro. Possuem elevado potencial de produção de forragem, de razoável valor nutritivo. As principais espécies de gramíneas de várzea, são *Echinochloa polystachya*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Paspalum fasciculatum*, *Paspalum repens*, *Leersia hexandra* e *Oryza sp.*

As pastagens cultivadas na Amazônia foram iniciadas com o cultivo do colômbio e posteriormente com a introdução das Braquiárias, primeiro o quicúio da Amazônia (*Brachiaria humidicola*), posteriormente o Braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv Marandu), que representa mais de 90% da área de pastagens na Amazônia.

De acordo com o relato dos entrevistados, o ano de início das pastagens nas propriedades de Santarém e Monte Alegre, variam de 5 (cinco) a mais de 30 (trinta) anos. Observou-se que 32,21 % dos entrevistados não souberam informar (14 questionários) (quadro 12). As pastagens em Santarém e Monte Alegre possuem, em 92% dos casos mais de 5 (cinco) anos de formadas, ou seja, estão em um período de queda de produtividade e a prática de correção e adubação deve ser incorporada ao manejo das mesmas, sem o qual haverá comprometimento da evolução do rebanho nos dois municípios (quadro 13).

Quadro 13 Ano de início de pastagens das propriedades de Santarém e Monte Alegre por porte de criação, em 2016

Município	Porte de criação	Até 5 anos	De 6 a 10 anos	De 11 a 15 anos	De 16 a 20 anos	De 21 a 30 anos	Acima de 30anos	Sem resposta	Total
Santarém	10-100	0	3	1	2	2	1	9	18
	101-500	0	3	3	4	1	4	5	19
	+ 501	2	2	0	0	4	4	0	10
Sub-total		2	8	4	6	7	9	14	47
Monte Alegre	10-100	4	2	4	6	10	4	0	25
	101-500	0	1	6	6	3	4	0	20
	+ 501	0	0	0	2	1	2	0	5
Sub-total		4	3	10	13	14	10	0	50
Total		6	11	13	19	21	19	14	97

Fonte: Elaboração própria, 2017.

4.2.3.1 Principal vegetação derrubada

As três principais vegetações derrubadas para formação de pastagem, mencionadas pelos sujeitos entrevistados foram: mata (55,70%), Juquira (18,99%) e Capoeira (15,19%) (quadro 14). A prevalência de derrubada de mata é comum a pratica dos criadores dos dois municípios pesquisados. Quanto à vegetação derrubada, 69,23% dos 97 (noventa e sete) criadores informaram que foi queimada, caracterizando o manejo tradicional e arcaico de implantação de pastagens na Amazônia.

Quadro 14 Principal vegetação derrubada para formação de pastagem nos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação em 2016

Município	Porte de criação	Mata	%	Juquira	%	Capoeira	%	Outras	%
Santarém	10-100	7	36,84	8	42,11	2	10,53	1	5,26
	101-500	11	60,00	4	20,00	3	13,33	0	0,00
	501	3	25,00	1	12,50	3	25,00	4	37,50
Monte Alegre	10-100	17	66,67	2	6,67	5	20,00	2	6,67
	101-500	11	57,14	3	14,29	4	21,43	1	7,14
	501	5	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Total		51	55,70	18	18,99	17	15,19	8	7,59

Fonte: Elaboração própria, 2017.

4.2.3.2 Principais forrageiras e forma de propagação utilizadas

Ao analisar as principais forrageiras utilizadas, constatou-se que as espécies de capim Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça) e o Braquiarão (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú) são as mais utilizadas em ambos os municípios, porém estavam associadas entre si e a outros tipos de forrageiras (quadro 14) como a Piatã (*Brachiaria brizantha* cv. Piatã) Tanzania (*Panicum maximum* cv. Tanzânia), Dictioneura (*Brachiaria humidicola* cv Llanero), Quicuío (*Brachiaria humidicola*) e Massai (*Panicum maximum* cv Massai). A categoria de médios criadores é a que mais utilizava o capim Mombaça (43,39% de Santarém e 48,94% de Monte Alegre). O Braquiarão foi a espécie forrageira mais utilizado em Santarém pelos criadores de médio porte (44,39%) e em Monte Alegre pelos de pequeno porte (51,47%) (quadro 15).

Quadro 15 Principais forrageiras utilizadas nas propriedades de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016

Forrageiras	Santarém				Monte Alegre			
	10-100	101-500	+ 501	Total	10-100	101-500	+ 501	Total
Mombaça	2	2	0	4	0	0	0	0
Mombaça + braquiarão	8	10	4	22	9	3	2	14
Mombaça + tanzania	2	0	0	2	0	0	0	0
Mombaça+ piatã	1	0	0	1	0	0	0	0
Mombaça+massai+dictioneura	0	0	0	0	0	1	0	1
Braquiarão	2	3	1	7	0	0	0	0
Braquiarão+Mombaça+ quicuío	0	2	1	3	6	11	2	20
Braquiarão +quicuío	0	0	1	1	9	1	1	11
Braquiarão+piatã	0	0	1	1	0	0	0	0
Braquiarão+Mombaça+dictioneura	0	0	0	0	0	3	0	3
Braquiarão+tanzania+dictioneura	0	0	0	0	0	0	1	1
Capim nativo	3	2	0	5	0	0	0	0
Total	18	19	10	47	25	20	5	50

Fonte: Elaboração própria, 2017.

É importante salientar que no município de Santarém, 4 (quatro) propriedades utilizam exclusivamente o capim Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça) e

outras 7 (sete) utilizam exclusivamente o capim Braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu)

No município de Monte Alegre, a diversificação de gramíneas é maior, sendo que 15 criadores de pequeno porte, 16 (dezesesseis) criadores de médio porte e 4 (quatro) de grande porte, informaram utilizar a variação melhorada do quicuío, o capim Dictioneura (*Brachiaria humidicola* cv. Llanero), número este, bem menor no município de Santarém, onde somente 4 (quatro) produtores utilizaram a *Brachiaria humidicola*. No município de Monte Alegre foi relatado por alguns produtores o uso de pastagens consorciadas entre os 3 (três) tipos principais de gramíneas, evidenciando falta de informação e manejo de pastagens.

A forma mais utilizada para propagação das forrageiras 79,75% (77) dos entrevistados utilizaram sementes, 3,80% (4) utilizaram mudas e 8,86% (9) usaram ambas as formas de propagação, 7,59% (7) (quadro 16).

Quadro 16 Tipo de propagação de forragens em Santarém e Monte Alegre por porte de criação, em 2016

Município	Porte de criação	Semente	%	Muda	%	Ambos	%	Sem resposta	%
Santarém	10-100	12	68,42	0	0,00	2	10,53	4	21,05
	101-500	14	73,33	1	6,67	1	6,67	3	13,33
	501	9	87,50	1	12,50	0	0,00	0	0,00
Monte Alegre	10-100	22	86,67	2	6,67	2	6,67	0	0,00
	101-500	17	85,71	0	0,00	3	14,29	0	0,00
	501	4	87,50	0	0,00	1	12,50	0	0,00
Total		77	79,75	4	3,80	9	8,86	7	7,59

Fonte: Elaboração própria, 2017.

4.2.3.3 Comportamento das pastagens e sistema de pastejo

De acordo com a percepção dos criadores de forma geral, as pastagens foram consideradas boas por 40,23% (39) dos criadores, sublinhando-se que este percentual corresponde a 22 (vinte e dois) criadores de médio porte de Santarém e 17 (dezesete) criadores também de médio porte de Monte Alegre (quadro 17).

Quadro 17 Comportamento das pastagens nos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016

Município	Porte de criação	Ruim	Regular	Bom	Ótimo	Sem resposta	Total
Santarém	10-100	2	9	6	0	1	18
	101-500	0	3	11	4	1	19
	501	1	1	5	3	0	10
Sub-total		3	13	22	6	2	47
Monte Alegre	10-100	5	12	7	2	0	25
	101-500	0	9	7	4	0	20
	501	0	2	3	0	0	5
Sub-total		5	22	17	6	0	50
Total		8	35	39	12	2	97

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Ao analisar a percepção dos produtores de Santarém, nota-se que 52,63% (9) dos pequenos criadores consideraram a pastagem regular e 31,58% (6) consideram que as pastagens apresentavam bom vigor e produtividade. Para o médio e o grande criador, as pastagens variam de boa (60% e 50%) a ótima (20% e 25%) respectivamente (quadro 17).

Em Monte Alegre, segundo os criadores de pequeno e médio porte as pastagens são consideradas de regular (46,67% e 42,86%) a boa (26,67% e 35,71%) respectivamente. Para o grande criador 62,5% consideram que as pastagens tem um bom comportamento produtivo (quadro 17).

O sistema de pastejo rotacionado, em piquetes, foi utilizado por 71,86%, ou seja, 70 (setenta) dos 97 (noventa e sete) criadores, os 25,13% dos criadores usaram o sistema contínuo e os 3,01% restantes, utilizaram ambos os sistemas de pastejo (quadro 18).

Quadro 18 Sistema de pastejo nas propriedades de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016

Município	Porte de criação	Sistema de pastejo			Total
		Rotacionado	Contínuo	Ambos	
Santarém	10-100	11	7	0	18
	101-500	14	5	0	19
	501	9	0	1	10
Sub-total		34	12	1	47
Monte Alegre	10-100	13	10	2	25
	101-500	19	1	0	20
	501	4	1	0	5
Sub-total		36	13	2	50
Total		70	24	3	97
%		71,86	25,13	3,01	100

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Estes dados estão de acordo com o encontrado por Minervino et al. (2008) para o município de Santarém, onde os mesmos encontraram 71,4% das propriedades com o manejo de pastagens em rodízio e 28,8% em sistema contínuo de pastejo, estes resultados mostram a necessidade de evolução do manejo de pastagens nos 2 (dois) municípios com intensificação em parte dos pastos para um pastejo rotacionado intensivo, com aumento da carga animal e conseqüentemente maior produtividade.

4.2.3.4 Queima das pastagens

Em relação à utilização do fogo nas áreas de pastagens, 92% dos criadores relataram não utilizar esta prática e somente 8% fizeram uso do fogo nas pastagens. Os 8% dos entrevistados que informaram que queimaram as pastagens: 4 (quatro) são de Santarém (1 pequeno criador e 3 grandes criadores) e 4 (quatro) de Monte Alegre (3 pequeno criadores e 1 grande criador), logo percebe-se que o grande criador de Santarém utilizou mais a estratégia de queima das pastagens do que o grande criador de Monte Alegre e o comportamento inverso foi detectado entre os pequenos criadores, onde houve uma maior utilização das queimadas pelos criadores de Monte Alegre.

O uso do fogo tem como objetivo diminuir a presença de plantas daninhas, situação está, adequada no curto prazo, porém com graves conseqüências para a fertilidade do solo, devido à mineralização de nutrientes do solo e a destruição da biomassa microbiana ali presente. A não utilização do fogo em áreas de pastagem, tanto em Santarém como em Monte Alegre, demonstra um entendimento dos pecuaristas da necessidade de se buscar formas alternativas de controle de invasoras, bem como o conhecimento dos prejuízos advindos de tal prática, sem controle.

4.2.3.5 Principais problemas de pastagens

Os três principais problemas que enfrentavam nas pastagens, os mais citados foram: juquirá com 26% (53), a seca 19% (39) e a baixa fertilidade do solo 16% (33) (quadro 19). Verificou-se que os problemas citados, perpassam por todas as categorias de forma similar nas propriedades dos dois municípios estudados.

Quadro 19 Principais problemas das pastagens dos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016

	Santarém			Monte Alegre			Total
	Porte de criação			Porte de criação			
	10-100	101-500	501	10-100	101-500	501	
Cigarrinha	1	6	1	1	5	2	16
Juquira	11	11	6	11	10	4	53
Fogo	2	3	1	4	2	2	14
Seca	12	7	2	7	6	5	39
Superpastejo	3	2	1	1	2	2	11
Baixa fertilidade	6	5	3	8	6	5	33
Intoxicação por ervas	3		2	3	2	2	12

Fonte: Elaboração própria, 2017.

4.2.3.6 Suplementação utilizada

Quanto a suplementação alimentar, em períodos de escassez de forragem, oferecida ao gado pelos 97 criadores entrevistados, verificou-se que 72,22% (70) informaram não utilizar nenhum tipo de suplementação alimentar ao gado. Entre os 27,78% (27) criadores que utilizavam suplementação, destaca-se a categoria de grandes criadores de Monte Alegre que apresentou um percentual de 80% e a categoria de médios criadores de ambos municípios com um percentual de 47% em Santarém e de 43% em Monte Alegre. Dentre a suplementação mais mencionada em Santarém tem-se a utilização da Silagem e em Monte Alegre destacou-se a utilização de capineira (quadro 20).

Quadro 20 Suplementação alimentar oferecida ao gado nos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016

Tipo de Suplementação	Santarém			Monte Alegre		
	Porte de criação			Porte de criação		
	10-100	101-500	501	10-100	101-500	501
SIM	3	9		2	9	3
Capineira		2			5	1
Cana-de-açúcar		1			2	1
Silagem		3				
Leguminosas						
Ração	3	1		1	2	1
Subprodutos		2				
Não usam	15	10	10	14	8	2
Total	18	19	10	25	20	5

Fonte: Elaboração própria, 2017.

A estratégia de acúmulo de forragem para períodos de escassez, em especial na seca ou no período de enchentes, ainda é pouco utilizada nos dois municípios. A utilização de silagem de milho é um avanço tecnológico importante nas fazendas que a usam, pois permite acumular alimento por longos períodos sem comprometer a qualidade da mesma, neste estudo, já foi possível observar essa prática que apesar de mais onerosa, garante excelente qualidade alimentar aos animais. O fato de somente em Santarém estar sendo utilizada, demonstra a importância do polo agrícola, produtor de milho, para a interação com a pecuária.

Foi questionado se os criadores adubavam as áreas de cultivo do volumoso e 64,29% das propriedades de Santarém e 89,19% das de Monte Alegre informaram que não adubam. No município de Santarém, dos 14,29% (7) dos produtores que realizaram a adubação, com predominância na categoria de médio criador. Em Monte Alegre, o percentual de produtores que realizaram a adubação das áreas de volumoso é de 10,81%, com um equilíbrio entre as três categorias de porte de criação (2 de pequeno criador, 3 de médio criador e 1 de grande criador).

4.2.4 Rebanho

Sobre o rebanho, foram abordadas questões relacionadas à assistência técnica prestada ao criador, à finalidade de criação do rebanho, as principais raças utilizadas, sobre a reprodução, taxa de natalidade, sanidade animal e mineralização do rebanho.

4.2.4.1 Assistência técnica

No que diz respeito à assistência técnica, os dados demonstram que ainda é baixa a cobertura de profissionais da área de ciências agrárias atuando nas propriedades rurais, apesar da disponibilidade de técnicos na região, pois atualmente em Santarém, existem 2 (dois) cursos de Agronomia, 1 (um) curso de Veterinária, 1 (um) curso de Zootecnia, 1 (um) Bacharelado Interdisciplinar (BI) em Ciências Agrárias e ainda 1 (um) curso de técnico em Agropecuária em Santarém e 1 (um) em Monte Alegre. Em Santarém, das 47 (quarenta e sete) propriedades pesquisadas somente 14 (quatorze) possuem assistência profissional, sendo: 3 (três) propriedades (2 de grande porte e 1 de médio porte) assistida por agrônomo,

dos quais 1 (um) era o proprietário, 10 (dez) propriedades assistida por médico veterinário (5 de grande porte e 5 de médio porte), entre eles 03 (três) veterinários são filhos do proprietário e 1 (uma) propriedade de pequeno porte cujo próprio criador é zootecnista.

Em Monte Alegre o cenário é similar, sendo que: 80% (4) dos criadores de grande porte entrevistados possuem assistência em suas propriedades, destas 4 (quatro) foram realizadas por médico veterinário, e vale ressaltar que um dos proprietários é agrônomo. Dentre os médios criadores de Monte Alegre, 4 (quatro) propriedades receberam assistência técnica, sendo 1 (um) por Agrônomo da família do proprietário, 2 (dois) Veterinários (eventualmente), 1 (um) Zootecnista (também da família) e entre os pequenos criadores 1 (um) profissional (o proprietário) que é técnico agrícola e 1 (um) Médico Veterinário (eventualmente).

Em relação às 33 (trinta e três) propriedades localizadas em Santarém que informaram não possuir assistência do profissional da área de ciências agrárias, em 21 (vinte e uma) delas, a assistência é feita por vaqueiros, segundo o proprietário (4 pequenos, 9 médios e 8 grandes criadores), nas demais propriedades a assistência é feita pelo próprio criador.

Nas propriedades de pequeno porte de criação de Monte Alegre a assistência informada foi de 80% pelo próprio proprietário e 20% por vaqueiros, já o médio criador apresentou 43% de assistência prestada por vaqueiros e 57% pelo proprietário. Para o grande criador a situação manteve-se, visto que, 38% da assistência foram realizadas por vaqueiros e 62% pelo proprietário.

Os dados expostos em relação à assistência técnica nos dois municípios reforça o conceito que o grande e médio produtor podem assumir os custos de assistência técnica privada no meio rural, no entanto, o gargalo está no pequeno produtor, onde majoritariamente a assistência técnica pública, não chega. Em um município como Monte Alegre em que existem 2.295 propriedades de pequeno porte, que diariamente estão reproduzindo as práticas arcaicas repassadas de pai para filho, a falta de assistência para levar as inovações tecnológicas do setor rural, é preocupante. Esperamos que após a divulgação dos dados aqui levantados, haja um esforço institucional das 3 (três) esferas de governo para mudar esse quadro que hora se apresenta no município.

4.2.4.2 Finalidade de criação e principais raças criadas

Quanto à finalidade de criação, foram estabelecidas quatro possibilidades: cria, corte, leite e dupla finalidade, e de acordo com os dados tanto os criadores de Santarém 52,08% (25) quanto os de Monte Alegre 36,84% (19) informaram que possuem dupla finalidade de criação, dentre eles 27,08% dos criadores de Santarém e 23,68% dos criadores de Monte Alegre desenvolvem suas atividades com a finalidade de cria e corte (quadro 21). Os dados encontrados estão de acordo com Minervino et al. (2008) que encontraram a produção de carne, através de bezerros e engorda como atividade principal no município de Santarém.

Quadro 21 Finalidade da criação dos produtores de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016.

Município	Porte de criação	Finalidade de criação							
		Cria	Corte	Leite	Dupla				
					Cria e recria	Cria e leite	Leite e corte	Cria e corte	Não especificado
Santarém	10-100	2	3	1	1		2	3	3
	101-500	5	2		2		1	6	1
	+ 501		3					4	1
	Total	6	9	1	3		3	14	5
Monte Alegre	10-100	8	8			2		5	2
	101-500	3	6	1	1	1	1	6	
	+ 501	3	1					1	
	Total	13	15	1	1	3	1	12	2

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Em relação às principais raças criadas nos municípios de Santarém e Monte Alegre, verificou-se que em algumas propriedades foram mencionadas mais de uma raça, motivo pelo qual o total de raças apresentado no quadro 21 é superior ao número de criadores entrevistados. Logo a distribuição por município e porte de criação foi a seguinte (quadro 22).

Quadro 22 Principais raças criadas em Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016

Raças	Santarém			Monte Alegre			Total
	Porte de criação			Porte de criação			
	10-100	101-500	+ 501	10-100	101-500	+ 501	
SRD (anelorado)	10	4	2	10	6	1	33
Murrah	1	1	1		2	1	6
Jersey	1						1
Cruzado	6	4		10			20
Girolanda	3	2		1	2		8
Nelore	3	11	6	7	10	6	43
Aberdeen		1				1	2
Sta gertrudis		1					1
Total	24	25	9	28	20	9	115

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Nos municípios pesquisados, houve predomínio de gado zebuino, onde 37,39% dos pecuaristas criam a raça Nelore e 28,69% criam animais SRD (anelorados), perfazendo um total de 66,08% de animais de origem zebuina, esses dados estão de acordo com Minervino et al. (2008). Os bubalinos foram mencionados por 5,21% dos entrevistados e os animais de origem leiteira, em especial o Girolando, foi mencionado por 7% dos entrevistados, evidenciando a menor proporcionalidade da atividade leiteira em relação à atividade de produção de carne. Importante destacar, o registro pela primeira vez, de pecuaristas utilizando raças taurinas e sintéticas, especializadas para produção de carne, a raça Angus e Santa Gertrudis, demonstrando um avanço tecnológico importante no melhoramento genético, com a utilização de cruzamento industrial, via inseminação artificial.

4.2.4.3 Reprodução

Quanto a reprodução, trabalhou-se questões referentes ao tipo de reprodução, a utilização de biotecnologias e taxa de natalidade.

O sistema de reprodução utilizado por 90,58% dos criadores de Santarém entrevistados, foi a monta natural, apenas 5 (cinco) criadores (2 de pequeno porte e 3 de médio porte) informaram utilizar monta controlada. Em Monte Alegre 94,29 % também utilizam a monta natural e somente 3 (três) produtores de médio porte usaram monta controlada. A monta controlada é uma estratégia de manejo, utilizada

por produtores de animais melhoradores, onde precisa identificar os pais dos produtos nascidos, geralmente quem usa este tipo de reprodução são selecionadores de gado puro.

Quanto a utilização de biotecnologias, verificou-se que 12,18% dos produtores de Santarém e 10,71% de Monte Alegre utilizaram biotecnologias na reprodução de seu rebanho. Entre eles, 3 (três) produtores de Santarém (1 de pequeno criador e 2 médios criadores) trabalharam com IATF (inseminação artificial em tempo fixo) e 5 (cinco) produtores utilizaram a IA (inseminação artificial) (1 pequeno criador e 4 (quatro) médios criadores). A utilização da inseminação artificial no Brasil, nos últimos 4 (quatro) anos, vem se mantendo na média de 11 a 12% do total de fêmeas em idade reprodutiva, segundo a Asbia. Apesar deste estudo ter evidenciado o uso da técnica de inseminação artificial nos municípios pesquisados, há um longo caminho a percorrer na massificação dessa biotecnologia. Chamou atenção, neste estudo, ao fato de nenhum dos 10 (dez) grandes criadores entrevistados em Santarém, utilizarem biotecnologia reprodutiva, o que indica um atraso tecnológico importante na difusão de melhoramento genético.

A taxa de natalidade variou de acordo com o porte de criação nos 3 (três) estratos pesquisados. No município de Santarém, a média de natalidade foi de 56,92%, sendo de 51,55% nos pequenos, 58,23% nos médios e 60,99% nos grandes criadores. Em Monte Alegre a média foi de 46,88%, sendo de 27,77% nos pequenos, 51,30% nos médios e 60,97% nos grandes. Neste quesito, houve uma diferença percentual relevante entre os pequenos criadores de Santarém e Monte Alegre e similaridade nos demais estratos nos dois municípios.

A criação extensiva, com utilização de extensas áreas de pastagens, em especial as várzeas, traduz-se em baixa eficiência reprodutiva. Abreu et al. (2006) estudando propriedades no Pantanal, encontraram taxa de natalidade de 45 a 56%, similar ao encontrado, neste estudo. Os parâmetros reprodutivos são considerados de baixa herdabilidade e as condições de manejo e ambientais são importantes para a melhoria da eficiência reprodutiva. Para reverter esta situação, simples técnicas de manejo podem ser adotadas, como a introdução de estação de monta, melhorando substancialmente os índices de natalidade e a economicidade da atividade pecuária em fazendas extensivas de cria e em especial para produtores mais tecnificados uma opção é a utilização da IATF (inseminação artificial em tempo fixo), pois não precisa observar cio, que é o grande entrave a utilização da inseminação

convencional. Vale et al. (2011) relataram a possibilidade de aumento das taxas de concepção na Amazônia, com a utilização de protocolos de IATF, melhorando a sustentabilidade da pecuária, por não precisar avançar sobre a floresta, face a maior produtividade alcançada com o uso de biotecnologias reprodutivas.

Em recentes trabalhos de campo na região Oeste do Pará, o grupo de pesquisa de Sanidade e Reprodução Animal da UFOPA, alcançaram índices de concepção de 65,23% com uma única inseminação em tempo fixo, no primeiro dia da estação de monta, e no fim da estação, após repasse com touros por 3 (três) meses, o índice final de prenhez fechou em 93%. (Dados não publicados).

Importante salientar, que apesar dos baixos índices de natalidade encontrados neste estudo, foi observado que existem produtores altamente tecnificados com resultados de natalidade variando de 79,59% a 90,27% evidenciando que a possibilidade de expansão da melhoria da natalidade é perfeitamente factível na região do Baixo-Amazonas paraense.

4.2.4.4 Sanidade do rebanho

A manutenção da sanidade dos rebanhos é questão fundamental para a economicidade da pecuária. No estado do Pará, a responsável pela manutenção e controle da sanidade é a Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará – ADEPARÁ. Dentre as principais atribuições da agência de defesa, estão o programa de erradicação da febre aftosa, o programa de tuberculose e brucelose, o programa de controle da raiva de herbívoros, o programa de sanidade avícola, o programa de sanidade suídea, o programa de sanidade equídea e de ovinos e caprinos.

Em relação a febre aftosa, o Pará é considerado estado livre com vacinação, realiza duas etapas obrigatórias de vacinação, nos meses de maio e novembro e tem alcançado índices acima de 90% de cobertura vacinal, segundo a ADEPARÁ.

Entre os entrevistados 100% dos criadores de Monte Alegre realizaram a vacinação para febre aftosa e brucelose. Em Santarém alcançou-se um índice de 100% para febre aftosa e de 95,12% para a vacina contra brucelose (quadro 23).

Quadro 23 Percentual de cobertura vacinal nos municípios de Santarém e Monte alegre, por porte de criação, em 2016

Município	Porte de criação	Febre aftosa	Brucelose	Raiva	Carbúnculo
Santarém	10-100	100	100	11,11	22,22
	101-500	100	100	20	46,67
	+ 501	100	75	25	50
	Total	100	95,12	17,07	36,59
Monte Alegre	10-100	100	100	73,33	40
	101-500	100	100	50	50
	+ 501	100	100	37,5	62,5
	Total	100	100	56,76	48,65

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Este índice tornou-se menor ao analisar a cobertura referente as vacinas de clostridioses que apresentou um percentual de 36,59 % de cobertura e de raiva com percentual de 17,07% de cobertura. Estas duas enfermidades não são de vacinação obrigatória, excetuando-se a raiva em locais que ocorram surtos com confirmação laboratorial, portanto são usadas esporadicamente pelos produtores.

4.2.4.5 Mineralização do rebanho

O aumento da produtividade do rebanho mediante a utilização da mineralização é consenso entre 92,68 % dos entrevistados de Santarém e 97,30% dos entrevistados de Monte Alegre, resultado similar apontado por Minervino et al. (2008) que encontrou o percentual de 95,5% de produtores em Santarém que relataram acreditar no aumento de produtividade com o uso do sal mineral. Em Santarém, 7,32% e em Monte Alegre, 2,70% dos entrevistados, acreditam que a mineralização do rebanho não influencia no aumento e nem na diminuição do desenvolvimento do animal, ou seja, tanto faz mineralizar ou não o rebanho.

O tipo de suplementação mineral mais utilizada nas propriedades de Santarém foi o sal branco com micronutrientes e o sal branco com micronutrientes e macronutrientes, onde foi constatado que assim que aumenta o porte do criador há uma melhora em relação mineralização mais adequada (quadro 24).

Em Monte Alegre, houve a maior utilização, entre os produtores entrevistados, de sal branco e micronutrientes, nos estratos de pequeno e médio porte e a totalidade dos grandes criadores utilizam a mistura mineral completa (quadro 24).

Quadro 24 Características da suplementação mineral em Santarém e Monte Alegre.

Município	Porte de criação	SIM	Tipo de suplementação mineral utilizada			NÃO	Total
			Sal+m micronutriente	Sal+micro+macro	Sal mineral + ureia		
Santarém	10-100	16 (88,88%)	12 (75%)	3 (18,7%)	1 (6,3%)	2 (11,11)	18
	101-500	19 (100%)	5 (26,3%)	13 (68,4%)	1 (5,2%)	0	19
	+501	10 (100%)	1 (14,3%)	9 (85,7%)	0	0	10
	Total	45 (95,74)	19 (42,22%)	24 (53,33%)	2 (4,44)	2 (4,25%)	47
Monte Alegre	10-100	25 (100%)	23 (93,3%)	2 (6,7)	0	0	25
	101-500	19 (95%)	10 (53,8%)	9 (46,2)	0	1 (5%)	20
	+501	4 (95%)	0	4 (100%)	0	1 (5%)	5
	Total	48 (96%)	33 (68,7%)	15 (31,5%)	0	2 (4%)	50

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Verificou-se também que a suplementação de animais por categoria é uma prática pouco comum entre os entrevistados, em Santarém é realizada por apenas 10,5% (2 criadores) e em Monte Alegre por nenhum dos criadores entrevistados. A utilização da ureia também é uma prática pouco difundida entre os criadores, e o seu uso, em especial no período seco, é fundamental para fornecimento de nitrogênio não proteico, e a garantia de manutenção da condição corporal.

Em se tratando de infraestrutura para o fornecimento de minerais para o gado, 100% dos criadores de pequeno porte de criação utilizam cochos para o fornecimento de minerais, no entanto, 13 (treze) propriedades utilizam cocho descoberto. Entre os médios e grandes criadores de Santarém encontrou-se um discreto aumento de propriedades que utilizavam cochos cobertos. Em Monte Alegre 100% dos entrevistados das três categorias informaram utilizar cochos para o fornecimento de minerais ao gado, porém, ao contrapor a os dados apresentados sobre as propriedades de Santarém, percebe-se que em Monte Alegre houve um investimento maior por parte dos criadores na infraestrutura, apesar de ainda ser predominante a utilização de cochos descobertos (quadro 25).

Quadro 25 Forma de fornecimento de minerais ao gado nos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016

Município	Porte de criação	Sim	Tipo		Não	Total
			Coberto	Descoberto		
Santarém	10-100	18	5	13		18
	101-500	18	10	8	1	19
	+501	8	5	3	2	10
Monte Alegre	10-100	25	2	23		25
	101-500	20	10	10		20
	+501	5	3	1		5

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Dentre os custos de produção na pecuária, o fornecimento de sal mineral é um item importante, e precisa ser distribuído corretamente aos animais. O ideal é o fornecimento em cochos cobertos, com proteção lateral, piso compactado para evitar atoleiros, e principalmente, face aos custos, evitar desperdícios. Foi observado nos municípios pesquisados, uma negligência quanto a infraestrutura dos cochos de fornecimento de sal ao rebanho.

Quando ao fornecimento do sal mineral, 86,49% (42) criadores de Santarém deixavam o sal a vontade nos cochos para o rebanho e 13,51% fizeram a administração de forma restrita, prática esta, comum em períodos chuvosos, devido a condição dos cochos e também a dificuldades de mineralização nas áreas de várzea.

4.2.5 Sistema de produção

Neste item buscou-se verificar qual a área mais utilizada pelo produtor nos municípios de Santarém e Monte Alegre, como e por quanto tempo é feito o manejo dos animais, assim como sua perspectiva sobre sua atividade e a utilização de tecnologias.

4.2.5.1 Tipo de área utilizada

Os municípios tem características comuns, pois ambos possuem áreas de terra firme e de várzea, porém como pode-se observar no quadro 26, nenhum dos produtores entrevistados utilizaram somente as áreas de várzea para criação dos

animais, não mais existindo nestes municípios, as tradicionais marombas, que abrigavam o gado no período das cheias, como visto antigamente.

Quadro 26 Distribuição de área utilizada para a criação do rebanho, nos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016

Município	Porte de criação	Terra firme	Várzea	Ambas	Total
Santarém	10-100	4 (21%)	0	14 (79%)	18
	101-500	9 (47%)	0	10 (53%)	19
	+501	5 (50%)	0	5 (50%)	10
		18 (36%)	0	29 (64%)	47
Monte Alegre	10-100	10 (40%)	0	15 (60%)	25
	101-500	7 (36%)	0	13(64%)	20
	+501	1(25%)	0	4 (75%)	5
		18	0	32	50

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Em média 60% dos criadores dos dois municípios informaram a utilização de áreas de terra firme e várzea. Em Santarém, esta prática é desenvolvida por 79% (14) dos criadores de pequeno porte, 53% (10) de médios porte e 50% (5) de criadores de grande porte. Em Monte Alegre os criadores de grande porte perfazem 75% (4), seguidos pelos de médio porte com 64% (13) e de 60% (15) criadores de pequeno porte. Quadro 26.

O uso das áreas de várzea e o aproveitamento das abundantes pastagens no período seco, caracteriza o sistema de produção no Baixo-Amazonas, como foi constatado nos dados acima e está de acordo com diversos autores que descreveram a pecuária na região anteriormente (MacGRATH et al., 1993; MINERVINO et al., 2008; VALE et al., 2013).

Apesar das dificuldades de manejo que tal prática impõe, como por exemplo, menor uso de reprodutores puro de origem (PO), mineralização inadequada, suporte forrageiro inadequado em todo período de seca, menor controle zootécnico, existe uma situação que a utilização das áreas de várzea é fundamental: o controle do desmatamento, pois se os 60% do rebanho que utiliza as áreas de várzea no período seco, usassem a terra firme, seriam necessários algo em torno de 100.000ha a mais de pastagens para comportar o rebanho, somente de Santarém e Monte Alegre. Face ao exposto, é possível afirmar que a utilização de áreas de várzea pelos pecuaristas é fundamental atualmente no Baixo-Amazonas para

manter o controle do desmatamento e políticas públicas de esclarecimento, de capacitação, de assistência técnica devem ser implementadas para melhorar os atuais índices zootécnicos dos produtores que utilizam a pecuária itinerante várzea-terra firme.

O tempo médio de permanência do gado na região de várzea foi de 3 (três) a 6 (seis) meses para ambos os municípios, porém segundo relatos, “o que determina mesmo esse tempo é o tamanho das águas... as vezes ela demora a crescer e daí dá pra gente segurar mais o gado na várzea” (A.D.N; pequeno criador de Santarém).

Dos 14 (quatorze) criadores de pequeno porte de Santarém que informaram usar as duas áreas (terra firme e várzea) 10 (71,43%) deles afirmaram não ter o hábito de mineralizar o rebanho durante o tempo que ficam na várzea, tendência esta percebida nas demais categorias de ambos os municípios (quadro 27). A várzea impõe, como já mencionado certas limitações de manejo, pelo seu caráter coletivo, em quase sua totalidade, desta feita, há um relaxamento de práticas de manejo, para não beneficiar outrem em detrimento a si próprio.

Quadro 27 Utilização de mineralização do rebanho na várzea de acordo com o município e porte de criação, em 2016.

		SIM	%	NÃO	%	Total
Santarém	10-100	4	28,57	10	71,43	14
	101-500	3	25	8	75	10
	+ 501	3	50	3	50	5
		9	30,77	20	69,23	29
Monte Alegre	10-100	13	88,89	2	11,11	15
	101-500	6	44,44	7	55,56	13
	+ 501	2	40	2	60	4
		19	60,87	20	39,13	0

Fonte: Elaboração própria, 2017.

4.2.5.2 *Perspectiva sobre produção*

No que se refere à perspectiva do produtor em relação a atividade que desenvolve, 78,6% dos produtores de Santarém e 83,8% de Monte Alegre, manifestaram interesse em aumentar a sua produção. Dos 21,4% (10) de Santarém e os 16,2% (6) de Monte Alegre que informaram não ter interesse em aumentar a

produção, entre os motivos citados está a idade avançada para continuar na pecuária, a sucessão entre gerações e a dificuldade em encontrar mão de obra.

O estudo elencou algumas possibilidades que poderiam ser empregadas pelos criadores para o aumento da produção em sua propriedade, elas foram: diminuição dos custos, investimento na propriedade, financiamento externo, recursos próprios e parcerias com cooperativas e associações.

Das possibilidades listadas, os produtores puderam escolher mais de uma opção, então as três mais apontadas foram: 75% de investimento na propriedade, 60% por recursos próprios e 13,5% financiamento externo. Ressalta-se que somente 1 (um) produtor de médio porte de Monte Alegre mencionou que aumentaria sua produção através da redução dos custos de sua propriedade e nenhum dos produtores mencionou as parcerias com cooperativas (quadro 28).

Quadro 28 Opções para aumento da produção das propriedades, por município e porte de criação, em 2016

Município	Porte de criação	Diminuindo custos	Investindo na propriedade	Financiamento externo	Recursos próprios	Parcerias com cooperat
Santarém	10-100	0	9	2	8	0
	101-500	0	8	0	6	0
	+ 501	0	5	0	2	0
	%	0	55	5	40	0
Monte Alegre	10-100	0	3	2	10	0
	101-500	1	5	2	6	0
	+ 501	0	3	1	2	0
	%	2,5	20	7,5	20	0

Fonte: Elaboração própria, 2017.

4.2.5.3 Sobre as tecnologias

Foi perguntado aos criadores se eram favoráveis a novas tecnologias de criação, 90% de Santarém e 86% de Monte Alegre informaram ser totalmente a favor, destes destaca-se que 100% dos criadores das categorias dos médios e grandes produtores de Santarém e Monte Alegre, respectivamente, são a favor da utilização de novas tecnologias.

Neste sentido, diante do percentual elevado de produtores favoráveis a novas tecnologias, indagou-se sobre quais as principais dificuldades que encontraram e ou

encontram para a implantação de novas tecnologias em suas propriedades? Esta questão foi de múltipla escolha, possibilitando ao entrevistado escolher mais de um item que ele considerasse como dificuldade para a utilização de tecnologias.

Para os criadores de Santarém e de Monte Alegre, de maneira geral, os custos para implantação e utilização das tecnologias foi o item mais elencado, seguido pela falta de assistência técnica e falta de informação (quadro 29).

Quadro 29 Principais dificuldades para implantação de tecnologias de criação nos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016

Municípios	Porte de criação	Principais problemas				Total
		Assist. Técnica	Custos	Falta de informação	Outros	
Santarém	10-100	5	13	0	4	22
	101-500	8	6	1	2	17
	+ 501	0	1	0	0	1
	Sub- total	13	20	1	6	40
Monte Alegre	10-100	3	12	2	0	17
	101-500	7	5	0	3	15
	+ 501	2	4	0	1	7
	Sub- total	12	21	2	4	39
Total geral		25	41	3	10	79

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Entre as categorias (quadro 28) notou-se que para os pequenos criadores de Santarém, o custo foi considerada a maior dificuldade, para os médios criadores foi a falta de assistência técnica e somente 1 (um) criador de grande porte respondeu ter dificuldade na utilização de tecnologias, a qual está relacionada ao custo. E entre os produtores de Monte Alegre as dificuldades referidas pelos pequenos, médios e grandes produtores coincidem com a opinião dos produtores de Santarém.

Esta parte do estudo, demonstra a real possibilidade de mudança das bases de criação pecuária, nos municípios pesquisados, visto que a grande maioria dos entrevistados está aberto a inovações tecnológicas e são conhecedores que é possível incrementar mudanças no cenário pecuário regional. Estes sinais de incremento de tecnificação e uso mais intensivo de recursos foram apontados por Margulis (1993) e ratificados por estudos recentes como Lapola et al. (2014), Nepstad et al. (2014) e estão diretamente conectados a maior sustentabilidade na atividade pecuária (VALE et al., 2011; NEVES et al., 2014).

4.2.5.4 Uso de tecnologias na pecuária em Santarém e Monte Alegre.

De acordo com as respostas dos produtores em diversos itens do questionário, foi possível verificar o uso de tecnologias na pecuária. Utilizamos para análise 3 (três) indicadores zootécnicos de intensificação, que são: manejo de pastagens, manejo reprodutivo e manejo alimentar.

No município de Santarém em relação ao manejo de pastagens, 10 (dez) produtores utilizam algum grau de intensificação, onde os itens calagem e adubação de pastagens foram os mais citados, importante ressaltar um produtor que utiliza integração lavoura – pecuária. Técnica considerada altamente recomendável para recuperação de áreas degradadas e importante para intensificação da produção. No item manejo reprodutivo, a utilização de touro PO foi a principal ferramenta de tecnificação, citada por 17 (dezesete) produtores, seguido do uso de IATF (3). O manejo alimentar foi mencionado por 9 (nove) produtores e suplementação foi o item mais citado, importante salientar que surge nesta categoria a silagem como uma estratégia de suplementação.

Em Santarém, do total de 47 (quarenta) entrevistados, 19 (dezenove) produtores utilizam algum grau de intensificação pecuária, perfazendo um índice de uso de tecnologia de 40,42% na pecuária. Em relação ao manejo de pastagem os principais indicadores citados em Monte Alegre foram a realização de calagem e adubação de pastos, porém somente por 3 (três) produtores, 2 (dois) grandes e 1 (um) médio. O segundo item avaliado o manejo reprodutivo foi citado por 18 (dezoito) produtores e o item mais utilizado neste quesito foi o touro PO, somente 2 (dois) produtores usam a inseminação artificial em tempo fixo em Monte Alegre. O terceiro indicador, o manejo alimentar foi citado por 9 (nove) produtores e o principal item foi a suplementação alimentar. No município de Monte Alegre considerando os indicadores aqui definidos e o total de produtores entrevistados, foi constatado que dos 50 (cinquenta) pecuaristas, 18 (dezoito) utilizam algum tipo de intensificação na pecuária, obtendo um índice de tecnologia de 36% no município.

4.2.6 Percepção do produtor quanto sua atividade pecuária.

Ao analisar os dados referentes a percepção dos criadores em relação a sua atividade na pecuária, optou-se por agregar as respostas por similaridade e

organiza-las em 05 (cinco) subgrupos: Tradicionalista, Financeira, Visão empreendedora, segurança na atividade e dificuldades no desenvolvimento da atividade, apresentados no quadro 30, a seguir:

Quadro 30 Comentários sobre a atividade pecuária dos entrevistados nos municípios de Santarém e Monte Alegre, por porte de criação, em 2016

Percepções	Santarém			Monte Alegre			Total
	Porte de criação			Porte de criação (continuação)			
	10-100	101-500	+501	10-100	101-500	+501	
Sub grupo 1	TRADICIONALISMO E PRAZER EM CRIAR						
Tradição familiar/ Ligação com o campo	11	7	1	9	6	5	39
Gosta do ramo/ Prazer em criar	3	3		9	8	5	28
Vontade de criar e produzir	1					1	2
Total sub grupo 1	15	10	1	18	14	11	69
Sub grupo 2	FINANCEIRA						
Investimento	4	2					6
Fonte de renda	6	6	1	8	7	4	32
Poupança	8	2		9	3		22
Lucratividade					6		6
Melhor liquidez	2	1		1	1	2	7
Total sub grupo 2	20	11	1	18	17	6	73
Sub grupo 3	VISÃO EMPREENDEDORA						
Nova experiência	1						1
Aumento da produção	1	1				2	4
Melhoramento genético para atender a região	2	1		1	2	1	7
Atividade leiteira iniciando na região	1						1
Melhora os campos	1		1		2		4
Total sub grupo 3	6	2	1	1	4	3	17
Sub grupo 4	SEGURANÇA NA ATIVIDADE						
Atividade segura / Horizonte positivo				1	2		3
Principal ramo				1			1
Importante	1						1
Forma de educar os filhos				1			1
Interesse em continuar	2	2		1	1		6
Total sub grupo 4	3	2	0	3	1	0	9
Sub grupo 5	DIFICULDADES NO DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE						
Necessitam de melhoramento da pastagem, mineralização, produção de silagem e capineira	1		1		2		4
Necessidade de ajuda por parte do governo				1			1
Falta recursos para intensificar a produção					1		1
Total sub grupo 5	4	2	1	4	4	0	15
Total geral	48	27	4	44	40	20	183

Fonte: Elaboração própria, 2017.

No subgrupo Tradicionalismo de forma geral, notou-se que a continuação da atividade pecuária, devido tradição familiar e ligação com o campo, foram os motivos mais mencionados entre 38 (trinta e oito) dos 97 (noventa e sete) entrevistados, estando presente em todas as categorias de porte de criação, dos dois municípios pesquisados. O gostar do ramo e o prazer em criar também fizeram parte do discurso de 28 (vinte e oito) entrevistados. Os resultados aqui encontrados estão de acordo com o levantamento realizado por Veiga et al. (2004) e Piketty et al. (2005) dos determinantes de ser optar pela pecuária na Amazônia. Destaca-se neste subgrupo, que 100% dos criadores de grande porte de Monte Alegre, criam por tradição familiar, porque gostam e tem prazer em criar.

Outro importante fator sobre a atividade pecuária elencada pelos entrevistados é a questão financeira, este subgrupo foi mais mencionado, sendo indicado por 73 (setenta e três) pecuaristas. Segundo os criadores, a criação de gado é um investimento, uma fonte de renda, uma forma de poupança, com boa liquidez e lucratividade.

A existência de mercados regionais, como Santarém, Altamira e Manaus e Macapá facilitam a comercialização de animais, tanto para abate, como recria e engorda, transformando, desta forma, o bovino como um fator monetário de liquidez imediata, onde em qualquer dificuldade é possível fazer a conversão monetária boi X real.

Percebeu-se também no discurso dos 17 (dezessete) sujeitos entrevistados, que eles tem uma visão empreendedora da atividade pecuária, predominantemente na categoria de pequenos criadores do município de Santarém e médios criadores de Monte Alegre. Eles criam buscando o melhoramento genético para atender a região; almejam o aumento da produção; criam por ser uma nova experiência; mencionaram como fator importante o início da atividade leiteira na região e também afirmaram que a pecuária melhora os campos. Neste item, é possível verificar as mudanças que estão acontecendo, de forma lenta, porém, consistentes onde cresce a vontade de melhorar, de ser mais eficiente, de contribuir com a pecuária e com a região. Ao visitar a literatura disponível sobre pecuária na Amazônia, não foi verificado em nenhum estudo, esta nova motivação, aqui identificada em porque fazer pecuária na Amazônia.

Para 9 (nove) entrevistados, que fazem parte do sub grupo denominado de segurança na atividade, a pecuária é importante, é seu principal ramo de negócio,

considerada como uma atividade segura, em um horizonte positivo, e tem interesse em continuar. Neste subgrupo, um criador de pequeno porte de Monte Alegre relata que a pecuária é a forma que ele tem de criar seus filhos (referindo-se ao sustento e ao exemplo que pode transmitir através de seu trabalho no campo), ressalta-se neste item a importância social da atividade pecuária para o pequeno produtor.

houve relatos também, de dificuldades no desenvolvimento da atividade, 15 (quinze) entrevistados apontaram a necessidade de ajuda por parte do governo para o desenvolvimento da pecuária, reclamaram da falta de recursos para intensificar a produção e da necessidade de melhoramento da pastagem, mineralização, produção de silagem e capineira. Fica evidente, neste caso, que a pecuária necessita de melhor representatividade na região, pois o produtor, em muitos casos, se sente só, a margem do processo produtivo, isolado e sem acompanhar as tendências atuais de manejo, o maior uso de recursos tecnológicos e principalmente maior participação na sociedade.

5 AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE USO DO SOLO VOLTADOS A PECUÁRIA E SEUS EFEITOS NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DO SOLO NO BAIXO – AMAZONAS PARAENSE

A discussão sobre a sustentabilidade dos processos produtivos tem aumentado em todo o mundo, face ao aumento da população e o esgotamento dos recursos naturais e o desafio de alimentar esse contingente humano nas próximas décadas (CARDOSO et al., 2013). A demanda crescente por proteína animal no mundo levará a um incremento no consumo de carne e lácteos em 74 e 58% respectivamente (FAO, 2012). Os países em desenvolvimento, em especial o Brasil tem aumentado os seus rebanhos pecuários. No período de 2000 a 2011, o Brasil aumentou seu rebanho bovino em 42,9 milhões de cabeças (FAO, 2013), sendo que 85% desse incremento do rebanho brasileiro aconteceu no Bioma Amazônico (NEVES et al., 2014). Neste sentido, grande parte da expansão da pecuária no Brasil no início dos anos 2000 foi devido ao aumento horizontal das áreas, através do desmatamento e devido a diversos fatores econômicos, políticos e de mercado nacional e internacional (NEVES et al., 2014).

A mudança no uso da terra no Brasil no início dos anos 2000 com grandes áreas de floresta e cerrado sendo convertidas para áreas de agricultura e pecuária tornou o Brasil líder mundial na produção agropecuária, em especial, a soja e a carne bovina. Em 2005, segundo o Ministério de Ciência e Tecnologia (2010) das emissões totais de gases de efeito estufa do Brasil, 80% foi devido às atividades agropecuárias e mudanças no uso da terra. A grande maioria das áreas de florestas convertidas em pastagens por manejo inadequado do solo, alta carga animal, uso de forrageiras inadequadas, e problemas biológicos como ataque de pragas e doenças, em pouco tempo levam a baixos índices de produtividade das pastagens no Brasil e entram em processo de degradação.

Neste contexto, as práticas agropecuárias recebem grandes críticas no ambiente Amazônico, segundo Loureiro (2010) os solos da Amazônia são pobres em nutrientes, excetuando-se as terras pretas de índio e algumas faixas de terra roxa. Para a referida autora, apesar da exuberante floresta sobre o solo Amazônico, o mesmo é bastante frágil e dependente da harmonia integrada entre a floresta, o solo e animais e dependente da articulação entre chuva-floresta-solo.

Sanchez; Logan (2007), consideram que, apesar das inúmeras publicações, os solos dos trópicos são ácidos, inférteis e incapazes de suportar uma produção agrícola duradoura, esses conceitos são mitos que carecem de validação científica. Para os referidos autores os solos tropicais são variáveis na sua parte química e fertilidade e o manejo local específico são necessários para atender a demanda crescente de produção de alimentos em solos tropicais.

Na Amazônia, o principal grupo de solos que ocorre é o de Latossolos, este tipo de solo corresponde a cerca de 1.500.000 km², ladeando o rio Amazonas e se estendendo pelos maciços das Guianas e Brasil central. O latossolo amarelo e vermelho amarelo respondem por cerca de 70% dos solos da região Amazônica. Possui baixa concentração de nutrientes na sua composição mineralógica, valores elevados de alumínio trocável, baixa capacidade de troca catiônica e baixos valores de soma de bases, mas possuem boas propriedades físicas (FALESI, 1986).

Os solos são os produtos mais comuns do intemperismo, é a superfície inconsolidada que recobre as rochas, o solo é o resultado da decomposição das rochas. Os componentes do solo são minerais inorgânicos, partículas de areia, silte e argila, matéria orgânica e a parte viva ou biota do solo (MENDES, 2011).

As funções do solo dentro de um ambiente de sustentabilidade agrônômica e ambiental dependem da manutenção da saúde do solo, definida como:

A capacidade contínua do solo de funcionar como um sistema vital vivo dentro de um ecossistema e nos tipos de uso da terra, para sustentar a produtividade biológica, promover a qualidade do ar e do meio ambiente e manter a saúde dos animais e humanos (DORAN; SAFLEY, 1997 in CARDOSO et al., 2013).

Os diferentes tipos de manejo e uso da terra afetam os solos assim como a sustentabilidade dos sistemas produtivos, comprometendo as qualidades físico-químicas e biológicas do solo, que passam a depender de suplementação externa com aumento de custos e impactos ambientais (CARDOSO et al., 2013).

Neste sentido, o manejo do solo é fundamental para garantir a longo prazo a longevidade produtiva das pastagens, em especial com adoção de práticas que maximizem a ciclagem de nutrientes, evitem suas perdas, e priorizem a entrada de nutrientes no sistema, através de adubações periódicas e aumento de matéria orgânica (DIAS-FILHO, 2011). A produtividade das pastagens na Amazônia tem forte relação com as quantidades de certos nutrientes do solo e com a eficiência da ciclagem dos mesmos.

O monitoramento dos atributos de fertilidade do solo não é tarefa simples pela sua complexidade de interrelações, os indicadores de qualidade do solo devem ser selecionados de acordo com o manejo e tipo de uso do solo, suas características e circunstâncias ambientais (CARDOSO et al., 2013).

Os indicadores químicos de acordo com Kelly et al. (2009) estão relacionados com a capacidade de fornecer nutrientes para as plantas e /ou reter elementos químicos ou compostos danosos ao meio ambiente e crescimento das plantas. Entre os atributos químicos do solo, destacam-se o pH (potencial de hidrogênio) do solo, capacidade de troca catiônica (CTC), matéria orgânica e nível de nutrientes, em especial em solos para adequados rendimentos na agricultura e pecuária.

Os valores de pH, P (fósforo) disponível, K (potássio), Cu (cobre), Fe (ferro), Mn (mangânês), e Zn (zinco) são os parâmetros químicos mais importantes a serem avaliados em propriedades de agricultura, segundo Idowu et al. (2008). A avaliação do pH do solo permite predizer o potencial de nutrientes disponíveis em um sistema de produção (SOUSA et al., 2007). Nos trópicos, em especial na Amazônia, o pH é ácido e o P (fósforo) geralmente é baixo, devido ao intenso intemperismo. O P é essencial para o crescimento e reprodução das plantas, sua presença é influenciada pela matéria orgânica, pela atividade biológica, pelo pH, força iônica, temperatura e umidade (PIERSYNSKI et al., 2005). No solo, o fósforo ocorre na forma de íons inorgânicos ou como parte de compostos orgânicos.

Na Amazônia brasileira, em áreas de pastagens formadas sob método tradicional de corte e queima, há uma elevação inicial dos níveis de P em decorrência das cinzas e matéria orgânica incorporada pela decomposição, no entanto, com o tempo a disponibilidade de fósforo diminui gradativamente, traduzindo em queda na produção de forragem e degradação agrícola das pastagens (DIAS-FILHO, 2011).

O carbono da matéria orgânica do solo afeta importantes processos funcionais, como o estoque de nutrientes em especial o N (Nitrogênio), capacidade de retenção de água e manutenção da estabilidade de agregados do solo (SILVA; SÁ MENDONÇA, 2007) sendo, portanto um importante atributo a ser avaliado.

O Nitrogênio nas plantas é um componente central das proteínas, ácidos nucléicos, hormônios e da clorofila, é um nutriente bastante exigido pelas plantas em geral. No ambiente o N é encontrado em diversas formas químicas o que lhe confere uma plasticidade bastante dinâmica de comportamento. O nitrogênio do solo é

avaliado nas formas de nitrato, nitrogênio orgânico ou nitrogênio mineralizável da matéria orgânica (CANTARELLA, 2007).

O nitrogênio (N) é um nutriente importante para a produção de pastagens, o incremento de seu fornecimento, via adubação, resulta em aumento na produção de massa e concentração na forragem, resultado este importante em sistemas intensificados de produção, onde o pastejo intensivo aumenta a demanda por nitrogênio da planta (FONSECA et al., 2008). No entanto, em diversos locais da Amazônia, os capins plantados em solos de floresta primária, não respondem nas mesmas intensidades a adubação nitrogenada quando comparada com o resultado da adubação fosfatada (DIAS-FILHO, 2011).

Dentre os parâmetros físicos de avaliação de qualidade do solo, destacam-se a textura do solo, densidade, porosidade do solo e estabilidade de agregados, todos correlacionados com processos hidrológicos, como infiltração, retenção de água, perda de nutrientes.

Os indicadores microbiológicos de qualidade do solo estão relacionados a atividade e diversidade microbiana no solo e são fundamentais no processo de sustentabilidade pelas suas interrelações na saúde e performance do solo. A matéria orgânica do solo, de modo geral, é originada por processos envolvendo a participação de microrganismos, através de decomposição e síntese do material de origem animal, vegetal e microbiana (IZQUIERDO et al., 2005).

A microbiota do solo está diretamente relacionada ao tipo de vegetação e manejo do solo, e apresenta alta susceptibilidade de alteração frente a alterações ambientais do que os atributos físicos e químicos do solo, sendo, portanto um excelente indicador de alterações do solo por manejo e tipo de uso (BINI, 2009).

A biomassa microbiana do solo (BMS) é a parte viva da matéria orgânica, formada por fungos, bactérias e protozoários, tem importante função como fonte de nutrientes, formação e estabilização de agregados e ciclagem de nutrientes (SICARDI et al., 2004) e é responsável por reduzir a matéria orgânica do solo (MOS), em seus componentes inorgânicos que posteriormente podem ser absorvidos pelos vegetais (BROOKES, 2001). Devido ao fato de ser viva, a BMS responde rapidamente a mudanças em fatores bióticos e abióticos no sistema edáfico, sendo, portanto, mais sensível a mudanças do que a MOS como um inteiro. Deste modo, mudanças medidas na BMS podem refletir mudanças na fertilidade do solo devido, por exemplo, a modificações no manejo do solo, e as alterações na BMS seriam

detectadas muito antes do que qualquer mudança no reservatório total de MOS poderia ser percebida (JENKINSON; LADD, 1981; BROOKES, 2001; GAMA-RODRIGUES et al., 2005). Portanto, uma maneira de estimar a qualidade do solo é usar como indicadores a biomassa microbiana (GAMA-RODRIGUES et al., 2008; MATOSO et al., 2012) e a razão do carbono na biomassa microbiana (CBM) e carbono orgânico no solo (qMIC), e N na biomassa microbiana/ N no solo (NBM:N; qMIN), (KASCHUK et al., 2010) devido a resposta rápida a mudanças no manejo (POWLSON et al., 1987; CLEVELAND et al., 2003; FRANCHINI et al., 2007; TIEMANN, et al. 2015), e sazonalidade (LUIZÃO et al., 1992).

Isto posto, tantos os valores absolutos de BMS, e seu conteúdo de carbono (C) e nitrogênio (N), e respiração basal, quanto os índices de quociente metabólico, que é uma medida do estado fisiológico da BMS (qCO₂), e as razões qMIC e qMIN, seriam potenciais indicadores da qualidade do solo (GAMA-RODRIGUES et al., 2005, 2008).

Os indicadores qMIC e qMIN expressam a eficiência da microbiota do solo em imobilizar C e N em função da qualidade nutricional da matéria orgânica (OLIVEIRA et al, 2016). A razão ajuda a estimar a capacidade de um solo em sustentar o crescimento da comunidade microbiana e é esperado que solos de maior qualidade tenham maiores razões CBM/Corg (KASCHUK et al., 2010). A razão qMIC é raramente maior que 5:1, ou seja, a biomassa microbiana geralmente representa <5% da matéria orgânica do solo (ANDERSON; DOMSCH, 1989; LUIZÃO et al., 1992; BROOKES, 2001). De acordo com Bini et al. (2013) mudanças na cobertura vegetal reduzem a respiração do solo, devido a mudanças de carbono na matéria orgânica.

O objetivo deste capítulo é avaliar diferentes tipos de uso do solo, voltados a pecuária e as características químicas e microbiológicas do solo, decorrentes deste uso, bem como as mudanças nos períodos seco, chuvoso e nas transições entre estações ao longo de dois anos.

5.1 MATERIAL E MÉTODOS

5.1.1 Descrição e histórico da área

O experimento foi realizado no período de abril de 2015 a setembro de 2016, em duas fazendas nos municípios de Mojuí dos Campos e uma fazenda no município de Belterra, no Estado do Pará.

A fazenda Jaraguá (02°46'7014" Sul e 54°34'.2123" Oeste) e fazenda Walfredo (02°43'625" Sul e 54°36'209" Oeste), localizadas no município de Mojuí dos Campos, na PA 445, possuem altitude média de 143m. O clima na região é quente e úmido, com temperatura média anual variando entre 25° a 28°C. Segundo a classificação climática de Koppen, Mojuí dos Campos e Belterra enquadram-se no tipo climático Am, ou seja, o clima é equatorial úmido com uma estação seca bem definida e outra com elevados índices pluviométricos. A precipitação anual varia entre 1900 mm a 2100mm e a umidade situa-se entre 84 a 86%, o trimestre mais chuvoso ocorre entre os meses de fevereiro a abril e o menos chuvoso entre os meses de agosto a outubro.

A fazenda Jaraguá tem como atividade principal a criação e seleção de animais da raça Nelore e Santa Gertrudis, criados em regime extensivo em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. marandu e *Panicum maximum* cv. Mombaça. Os animais recebem suplementação mineral *Ad libitum* durante todo o ano e suplementação estratégica em períodos de menor disponibilidade de forragens ou para categoria específicas.

As pastagens são manejadas em sistema rotacionado com entrada e saída dos animais do piquete de acordo com altura do capim. É realizada recuperação e reforma de pastagens de acordo com o nível de infestação de plantas daninhas e queda de produtividade do capim, bem como controle de plantas daninhas com uso de herbicidas. Alguns pastos recebem adubação de manutenção em períodos estratégicos para acúmulo de massa verde para o período menos chuvoso do ano. No período estudado a lotação animal na propriedade foi de 1,5 UA/ ha.

A fazenda utiliza como manejo reprodutivo a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) como biotecnologia reprodutiva e touro para repasse das fêmeas que não emprenharam após a segunda IATF.

Na referida propriedade foram realizadas amostragem de dois (2) tipos de uso do solo, que são:

a) Amostra Mata

Área de floresta natural, sem atividade antrópica, com suas características florestais preservadas, apresenta árvores de grande porte, trepadeiras lenhosas e epífitas em abundância. A área de mata, neste estudo, foi usada como referencial para as características físico – químicas e microbiológicas investigadas. Área faz parte da reserva legal da propriedade.

b) Amostra KKN1

Área de pastagem formada pelo método tradicional de corte e queima e semeadura a lanço com capim *Panicum maximum* cv. Mombaça, na época da implantação não foi utilizado calagem para correção de pH do solo e nem adubação de base ou de cobertura, a referida área foi preparada a pelo menos 10 (dez) anos e recebe roçagem manual uma vez ao ano. Ao longo do tempo a pastagem foi perdendo capacidade de suporte e aparecendo espécies daninhas. De acordo com Dias – Filho (2011) a simples mudança na composição botânica da pastagem, em decorrência do aumento na proporção de plantas daninhas e da consequente diminuição na proporção de forragem com a evolução do processo de sucessão secundária caracteriza a degradação agrícola da pastagem, o que corresponde na Amazônia a uma área de aproximadamente 50% das pastagens (Figura 19).



Figura 18 Amostra KKN 1 - Pastagem degradada. Fazenda Jaraguá/Mojú dos Campos/PA. Novembro/2013.

A fazenda Walfredo localizada na PA 445, km 6 (seis), tem como atividade principal a agricultura comercial com cultivo de soja na safra (janeiro a maio) e milho na safrinha (junho a agosto), a fazenda possui ainda 30 (trinta) ha com capim *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, onde mantem recria e engorda de bois para abate, os animais recebem mineralização *ad libitum* e suplementação de resíduos das culturas agrícolas no cocho. A área de pastagem foi formada em área ocupada anteriormente pela agricultura e recebeu em 2013, adubação nitrogenada (NPK 20 00 20) na quantidade de 200kg/ha. No ano de 2014, a referida área recebeu adubação com cama de frango, na quantidade de 4 (quatro) toneladas por hectare. A lotação animal no período estudado foi de 2UA/ha.

Na referida propriedade foram coletadas amostras de solo de dois (2) tipos de uso do solo com integração lavoura- pecuária, que são:

c) Amostra JW1

Área de pastagem em integração Lavoura–Pecuária, Altitude 141 m; Latitude 02°43'5" sul; Longitude 54°36'402" Oeste, Fazenda Walfredo, Mojuí dos Campos; Área aberta há mais de 15 anos, inicialmente utilizada para plantio de mandioca e posteriormente utilizada por 7 (sete) anos para a agricultura mecanizada com plantios de arroz (2 anos) e soja (5 anos) e milho na segunda safra (safrinha). Em 2011, foi realizado a implantação de pastagem com *Brachiaria brizantha* cv. Piatã. A referida pastagem é utilizada para recria e engorda de bovinos, machos a pasto, que recebem sal mineral *ad libitum* e resíduos da agricultura no cocho (Figura 20).



Figura 19 Amostra JW 1- Área de pastagem em integração Lavoura-Pecuária. Fazenda Walfredo/Mojuí dos Campos/PA. Novembro/2013.

d) Amostra JW2

Área de agricultura em sistema plantio Direto – ILP, Altitude 140m; Latitude 02°43.625” Sul; Longitude 54°36.209” Oeste. Área contígua à anterior, aberta a mais de 10 anos, inicialmente utilizada para plantio de mandioca e posteriormente utilizada por 7 (sete) anos para a agricultura mecanizada com plantios de arroz (2 anos) e soja (5 anos) e milho na segunda safra (safrinha).

Em 2011 foi realizada a implantação de pastagem com *Brachiaria brizantha* cv. Piatã e em 2013 retornou a ser utilizada na agricultura, onde foi dessecada a pastagem e após foi realizado o plantio de soja na safra e milho na safrinha, com adoção de plantio direto. A referida área recebe anualmente a adubação necessária a produção de soja e milho safrinha (figuras 21 a 23).



Figura 20 Amostra JW 2 - Área de agricultura em integração Lavoura-Pecuária. Fazenda Walfredo/Mojuí dos Campos/PA. Novembro/2013.



Figura 21 Amostra JW 2 - Área de agricultura em integração Lavoura-Pecuária. Fazenda Walfredo/Mojuí dos Campos/PA. Abril/2014.



Figura 22 Amostra JW 2 - Área de agricultura em integração Lavoura-Pecuária. Fazenda Walfredo/Mojuí dos Campos/Pa. Junho/2014.

No gráfico 5, estão descritos os dados meteorológicos, no período estudado, referente ao município de Mojuí dos Campos. A precipitação total no período foi de 2263,2 mm com maiores precipitações nos meses de fevereiro a junho e menores nos meses de agosto e setembro.

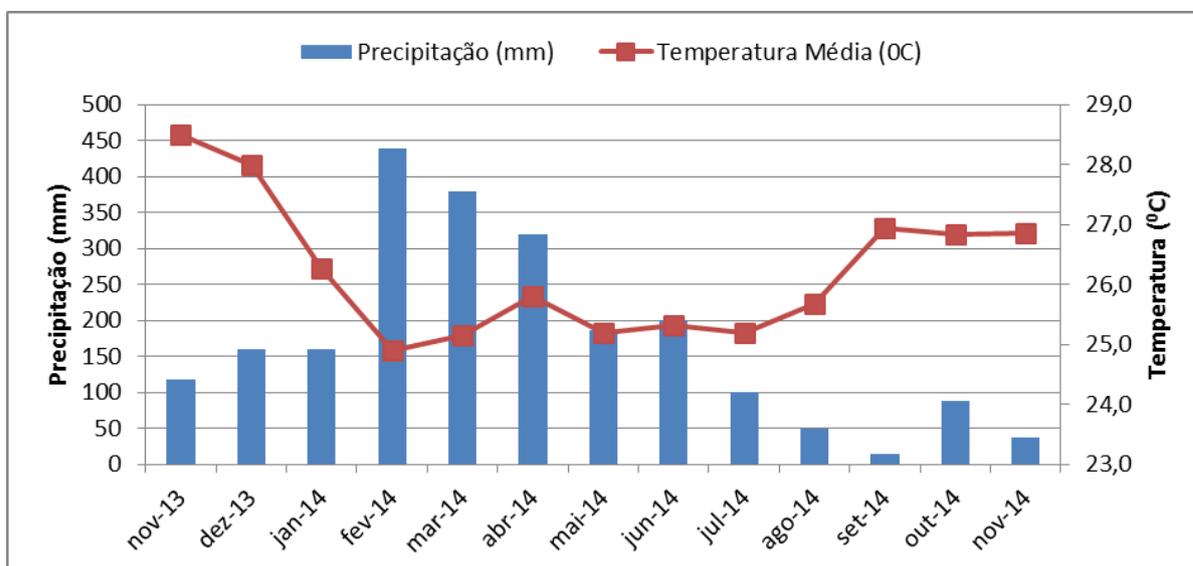


Gráfico 5 Dados meteorológicos de Mojuí dos Campos/Pa. de novembro de 2013 a novembro de 2014. Estação Meteorológica Fazenda Jaraguá.

A média da temperatura máxima no período foi de 31,4 °C, com valores mais elevados de julho a novembro, coincidindo com a menor precipitação pluviométrica do período (gráfico 5). No gráfico 6, estão descritos os dados de umidade relativa média e radiação solar.

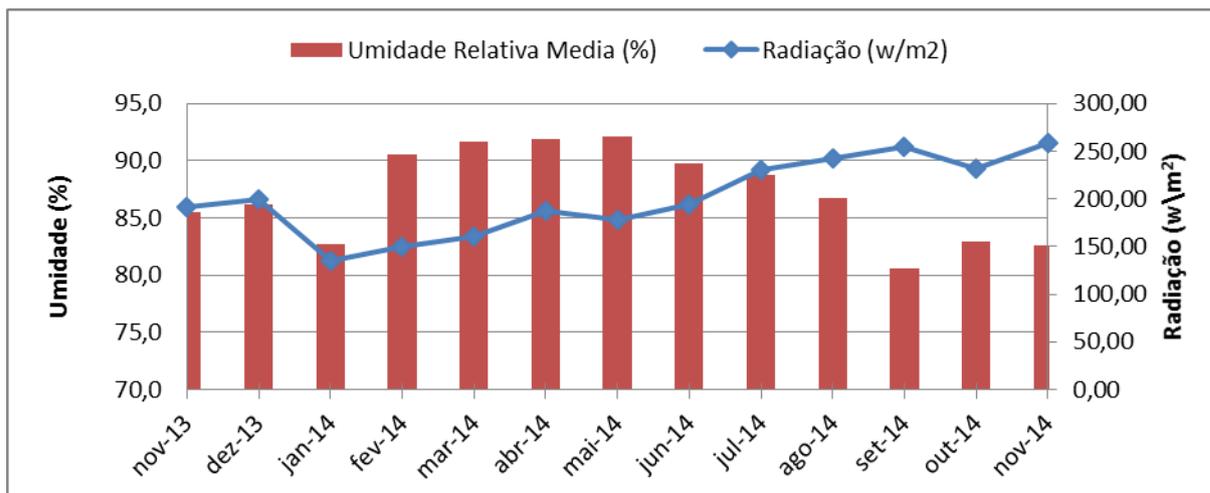


Gráfico 6 Dados meteorológicos segundo umidade relativa média e radiação de Mojuí dos Campos/PA, de novembro de 2013 a novembro de 2014. Estação Meteorológica Fazenda Jaraguá.

A fazenda Nossa Senhora Aparecida (02°6'796" Sul ,54°8'4078" Oeste) localizada no município de Belterra, BR 163, km 40, tem como atividade principal a agricultura comercial de soja na safra (janeiro a maio) e milho na safrinha (maio a agosto), a fazenda possui ainda um rebanho de gado Nelore PO manejado em pastagens de capim *Panicum maximum* cv. Mombaça e nas áreas de agricultura após colheita da safra aproveitando as sobras culturais, os animais recebem ainda suplementação energético-proteica estratégica nas fases de cria e recria. Na referida propriedade foi coletada amostra de um (1) tipo de uso do solo em sistema Integração – Lavoura- Pecuária- Floresta-ILPF.

a) Amostra MI – Integração Lavoura – Pecuária – Floresta- ILPF (figura 24).



Figura 23 Amostra MI - Área de agricultura em integração Lavoura-Pecuária, Floresta ILPF. Fazenda Nossa Senhora Aparecida/Belterra/PA. Novembro/2013.

No gráfico 7 (sete), estão descritos os dados meteorológicos no período estudado no município de Belterra. A precipitação total no período foi de 2263,2 mm com maiores precipitações nos meses de janeiro a junho e menores nos meses de agosto e setembro. A média da temperatura máxima no período foi de 31,4 °C, com valores mais elevados de julho a novembro, coincidindo com a menor precipitação pluviométrica do período.

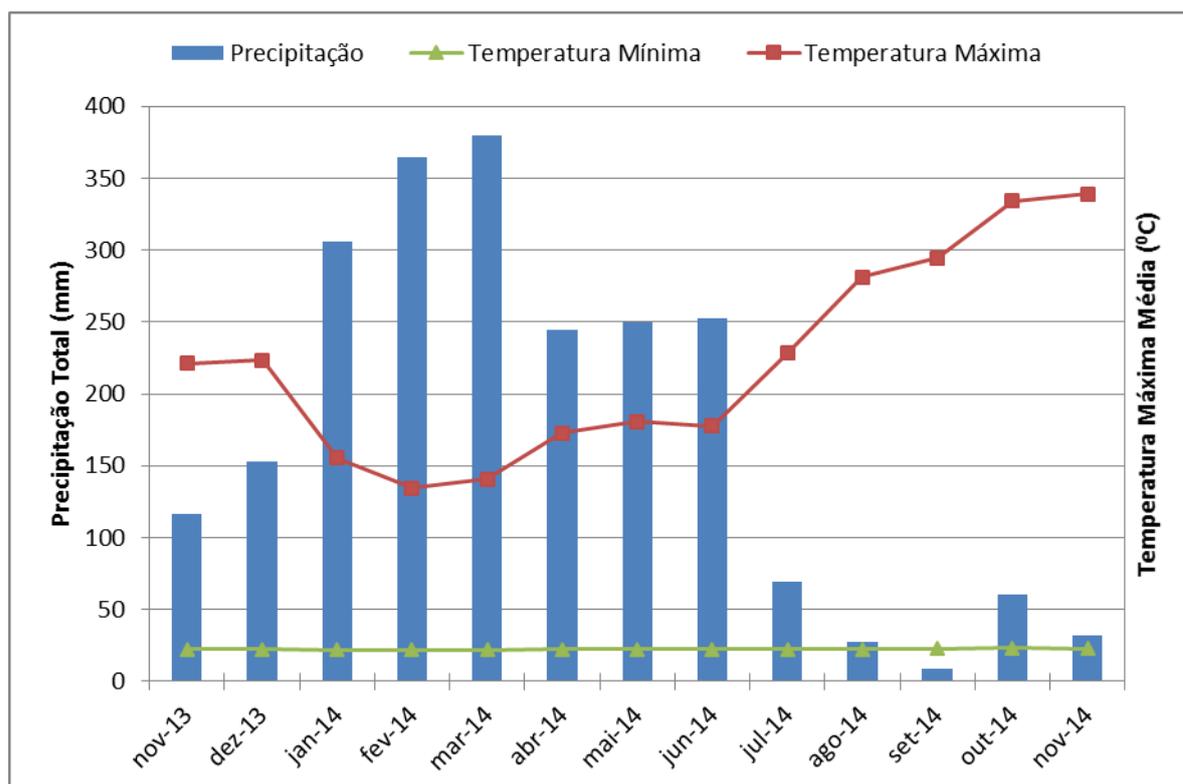


Gráfico 7 Precipitação e temperatura máxima e mínima mensal, Município de Belterra, período entre novembro de 2013 e novembro de 2014. Estação meteorológica Fazenda Nossa Senhora Aparecida.

A radiação média no período estudado foi de 187,8 Wm^{-2} com picos de radiação nos meses de julho e agosto (237,8 e 243,3 respectivamente). A umidade relativa média do ar foi de 87,4 %, com maiores valores entre os meses de janeiro a julho de 2014 (gráfico 8).

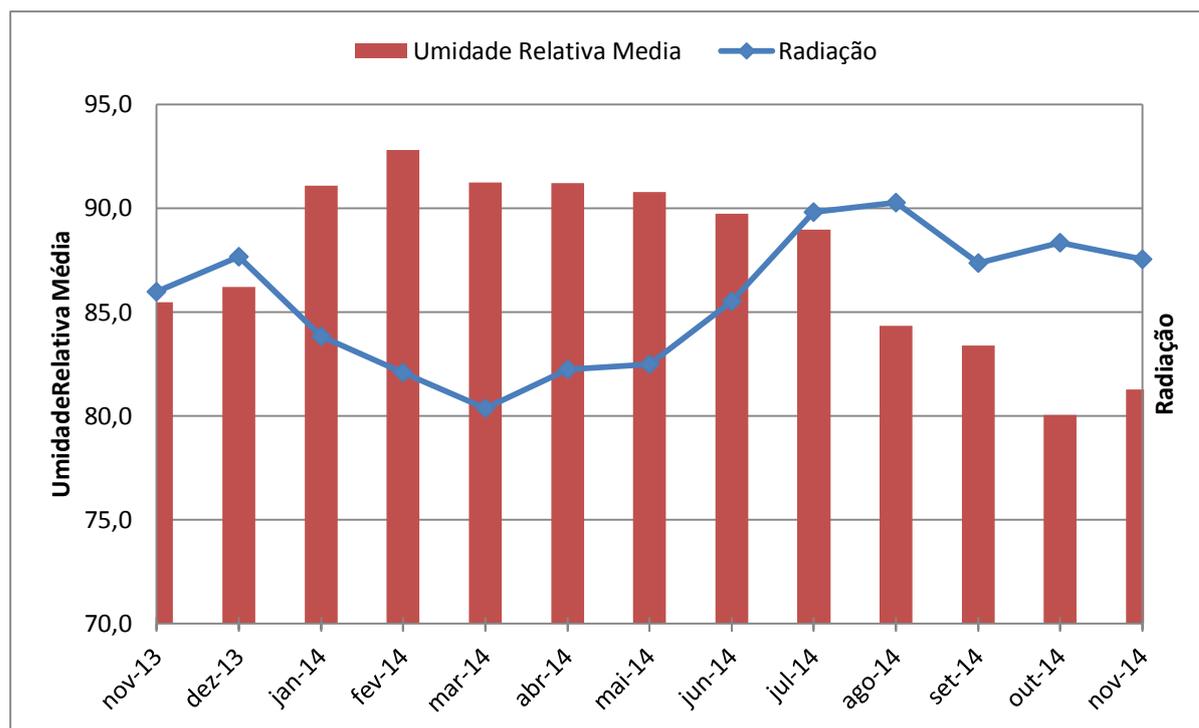


Gráfico 8 Radiação solar e umidade mensal, Município de Belterra/Pa, período de novembro de 2013 a novembro de 2014. Estação meteorológica Fazenda Nossa Senhora Aparecida

Os solos em todas as áreas experimentais foram classificados como Latossolo Amarelo Distrófico coeso, textura muito argilosa, com relevo plano. As análises granulométricas são apresentadas na tabela 12.

Tabela 12 Granulometria (g/kg) do solo em diferentes profundidades e tipos de terra, conforme tipos de uso de solo em 2015.

Amostra	Profundidade (cm)	Granulometria (g/kg) (continuação)			Classe de Textura
		AREIAS (g/kg) AT	Silte (g/kg)	ARGILA (g/kg) c/disp	
MATA	0-05	25	108	867	m-arg.
	05-10	19	124	857	m-arg.
	10-20	15	127	858	m-arg.
	20-30	12	106	882	m-arg.
KKN1	0-05	84	80	836	m-arg.
	05-10	58	94	849	m-arg.
	10-20	43	70	887	m-arg.
	20-30	34	53	913	m-arg.
JW1	0-05	52	96	852	m-arg.
	25-10	35	96	869	m-arg.
	10-20	19	95	886	m-arg.
	20-30	12	68	920	m-arg.

Tabela 12 Granulometria (g/kg) do solo em diferentes profundidades e tipos de terra, conforme tipos de uso de solo em 2015.

Amostra	Profundidade (cm)	Granulometria (g/kg) (conclusão)			Classe de Textura
		AREIAS (g/kg) AT	Silte (g/kg)	ARGILA (g/kg) c/disp	
JW2	0-05	54	90	856	m-arg.
	05-10	32	96	872	m-arg.
	10-20	25	96	880	m-arg.
	20-30	12	57	931	m-arg.
MI	0-05	62	94	843	m-arg.
	05-10	51	93	856	m-arg.
	10-20	31	85	884	m-arg.
	20-30	31	81	888	m-arg.

Métodos 1.3: Areia – pesagem; Argila – densímetro (com dispersante, sol. hidróxido de sódio e hexametáfosfato de sódio e ou dispersa em água); Unidades: Areia(s), Silte e Argila (g kg^{-1}); Classe de textura: Argila (c/ dispersante) até 149 g/kg = arenosa (ar); de 150 a 249 g/kg; = média arenosa (md-ar); de 250 a 349 g/kg = média argilosa (md-arg); de 350 a 599 g/kg = argilosa (arg); de 600 g/kg ou superior - muito argilosa (m-arg)

5.1.2 Delineamento experimental

O presente estudo avaliou 5 (cinco) diferentes tipos de uso do solo, no período compreendido entre maio de 2015 a setembro de 2016, em três propriedades rurais, sendo duas no município de Mojuí dos Campos e uma no município de Belterra. Foram realizadas 2 (duas) coletas no período da estação chuvosa, uma no ano de 2015 e outra em 2016 e 2 (duas) coletas no período da estação seca, uma no ano de 2015 e outra no ano de 2016 e ainda uma coleta de transição água-seca no ano de 2015 e outra de transição seca-água, no ano de 2016.

As propriedades estavam equidistantes em um raio de 10 km e apresentavam características semelhantes de tempo de abertura, solo e condições climáticas. Foram estabelecidas 8 (oito) parcelas de 10 x 10 m (100m^2) em cada tipo de uso do solo, onde foram coletadas amostras de solo, ao acaso, utilizando trado manual em profundidades compreendidas entre 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm, para análise de fertilidade, 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, para análise microbiológica e 0 a 5 cm, 5 a 10 cm, 10 a 15 cm e 15 a 20 cm, para análise de densidade. Em cada área da parcela experimental foram retiradas 4 amostras simples nos diferentes estratos que ao final formaram uma amostra composta por estrato nas diferentes profundidades, totalizando 8 (oito) repetições por estratos de amostra para análises de fertilidade e

4 repetições para análises microbiológicas e de densidade. Após a coleta, o solo submetido à análise microbiológica foi acondicionado e armazenado a 4° C até o momento das análises.

As amostras foram submetidas para análises físico-químicas e microbiológicas, no laboratório de solos da Embrapa Amazônia Oriental em Belém. Foi avaliado o comportamento dos diferentes atributos do solo aos diferentes manejos e as alterações de fertilidade, densidade, carbono e nitrogênio da biomassa microbiana ao longo do tempo.

5.1.3 Análise química do solo

5.1.3.1. Química para classificação do solo

No presente estudo foi avaliado o pH em água (H₂O), macronutrientes (P, K, Ca, Mg), acidez trocável (Al), acidez potencial (H+Al), e cálculos soma de bases trocáveis (SB), CTC, percentual de saturação de bases (V%) e percentual de saturação de Al (m%) e teores de sódio (Na). A descrição metodológica das análises está baseada nos trabalhos da Embrapa (1999; 1997).

As amostras foram secas ao ar, homogeneizadas e peneiradas em peneira de 2 mm.

O pH em água (H₂O), foi determinado pela medição do potencial eletroquímico da concentração efetiva de íons hidrogênio (H⁺) na solução do solo, através de eletrodo combinado, imerso em suspensão solo/água na proporção 1:2,5.

O procedimento analítico para determinação da H+Al, ocorreu com solução de acetato de cálcio por 10 minutos, filtrado em papel de faixa azul e titulação alcalimétrica em solução de Hidróxido de sódio (NaOH) 0,025 mol L⁻¹.

O procedimento analítico para determinação do alumínio (Al), ocorreu por solução de cloreto de potássio (KCL) 1 mol L⁻¹ por 10 minutos, filtrado em papel de faixa azul, adicionadas três gotas de indicador azul de bromotimol. A titulação foi realizada com solução de NaOH 0,025 mol L⁻¹.

O procedimento analítico para determinação de Potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na) ocorreu com acetato de amônio, a determinação de Ca e Mg foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica, a de K por emissão atômica e a de Na por fotometria de chama.

O procedimento analítico para determinação de fósforo (P) foi realizado com solução extratora de Mehlich 1, também chamada de solução duplo-ácida, é constituída por mistura de HCl 0,05 M + H₂SO₄ (ácido sulfúrico) 0,0125 M. O emprego dessa solução como extratora de P do solo baseia-se na solubilização desses elementos pelo efeito de pH, entre 2 e 3, sendo o papel do Cl⁻ o de restringir o processo de reabsorção dos fosfatos recém-extraídos. O Fósforo é determinado por espectrofotometria.

O procedimento analítico para determinação da matéria orgânica (MO) foi baseado na determinação do carbono (C) orgânico através da oxidação úmida por dicromato de potássio em meio sulfúrico, empregando-se como fonte de energia o calor desprendido do ácido sulfúrico. O excesso de dicromato após a oxidação foi titulado com solução padrão de sulfato ferroso amoniacal 0,4 mol L⁻¹(sal de Mohr).

O procedimento analítico para determinação do teor de nitrogênio foi através do método de Kjeldahl por destilação a vapor.

5.1.3.2 Química para avaliação de fertilidade do solo

No presente estudo foi avaliado o pH em água (H₂O), macronutrientes (P, K, Ca, Mg), acidez trocável (Al), acidez potencial (H+Al), e cálculos de soma de bases trocáveis (SB), CTC, percentual de saturação de bases (V%) e percentual de saturação de Al (m%). A descrição metodológica das análises foi baseada nos trabalhos de Raij et al. (2001) e Korndorfer et al. (2004).

O pH em água (H₂O), foi determinado pela medição do potencial eletroquímico da concentração efetiva de íons hidrogênio (H⁺) na solução do solo, através de eletrodo combinado, imerso em suspensão solo/água na proporção 1:2,5.

A determinação analítica da acidez potencial (H+Al) foi realizada pelo método pH –SMP onde a acidez da amostra de solo em contato com a solução tampão SMP provoca um decréscimo do valor original do pH da solução (7,5), quando titulada potenciométricamente com ácido forte. A correlação destes valores com aqueles obtidos pelo método do CaOAc 1N (estudo de correlação) permite obter os valores de acidez potencial da amostra.

O procedimento analítico para determinação do alumínio trocável (Al) ocorreu por titulometria onde a solução de KCl 1 mol/L⁻¹, por ser um sal neutro, possui a capacidade de extrair apenas cátions ligados eletrostaticamente com colóides do

solo (cátions trocáveis). Assim, esta solução é utilizada para extração de Al trocável, sendo a quantificação realizada colorimetricamente pelo reagente alaranjado de xilenol.

A quantificação dos valores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio foram realizados pelo método de resina trocadora de íons, onde a extração dos teores “disponíveis” de P, K, Ca e Mg de amostras de solo é feita com uma mistura de resinas (catiônica e aniônica) trocadoras de íons, saturadas com bicarbonato de sódio. A quantificação do P é realizada por colorimetria; do Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica, e do K por fotometria de chama ou por espectrofotometria de emissão atômica.

Os cálculos referentes a soma de bases trocáveis (SB), capacidade de troca catiônica efetiva e a pH 7, percentagem de saturação de alumínio (m) e percentagem de saturação de bases (v) da CTC a pH 7 foram baseados no trabalho de Lopes e Guidolin (1989).

5.1.4 Análise de C e N da Biomassa Microbiana.

No presente estudo foi avaliado o carbono (C) e nitrogênio (N) da biomassa microbiana.

O procedimento analítico para determinação do C da biomassa microbiana foi pelo método de fumigação – extração de acordo com Vance et al. (1987). O cálculo do C da biomassa microbiana foi obtido entre a diferença da amostra fumigada e não fumigada, com base em um fator $K_C = 40$.

5.1.5 Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito repetições, em fatorial 5 x 3, sendo o primeiro fator fixo os cinco sistemas de uso do solo (sítio) e o segundo fator fixo as três épocas de coleta de solo (estação).

A análise estatística foi efetuada no programa Statistica 7.0® (STATSOFT, INC, 2004) onde foi realizado uma análise de variância (ANOVA) fatorial com o uso do solo e estações como fatores fixos. Os atributos de fertilidade do solo foram comparados somente dentro de cada uma das profundidades coletadas. Quando não existiu nenhuma diferença ou diferenças não relevantes para os

objetivos deste trabalho o fator sítio foi analisado dentro de uma estação usando um one-way ANOVA para cada profundidade separada. Usando a mesma lógica, quando não houve diferenças dentro de uma estação as estações foram combinadas e o único fator sítio foi analisado para as 3 (três) profundidades separadas.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov e ao teste de homogeneidade de variâncias de Levene e foram transformados usando a transformação \log_{10} para corrigir violações dos pressupostos da ANOVA. O nível de probabilidade de $\alpha=0,05$ foi usado para todas as comparações, e para as separações post-hoc das médias foi usado o teste de Tukey.

5.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.2.1 Densidade do Solo.

Os dados do presente trabalho mostraram poucas diferenças entre os tipos de uso do solo estudados, no qual, a floresta primária (amostra MATA) apresentou densidade ligeiramente menor que os demais tipos de uso do solo que incorporaram técnicas de manejo integrado, estes resultados estão de acordo com outros estudos na Amazônia que compararam diferentes tipos de uso do solo com a floresta nativa (LUIZÃO et al., 1992; BELDINI, et al., 2015).

Houve uma tendência, embora não significativa estatisticamente, entre as estações, onde a densidade do solo foi menor na estação chuvosa, aumentou um pouco na transição, e ficou ligeiramente maior na estação seca, em todos os tipos de solo estudados.

A equivalência estatística dos valores entre a MATA e os tipos de uso do solo manejados MI, JW1, e JW2 (Figura 25) indicou que o manejo não compactou o solo. Este é um resultado importante na Amazônia, pois existem estudos que apontam que o sistema de plantio direto causa a compactação nas camadas superficiais dos solos (ALVES; SUZUKI, 2004; SILVEIRA et al., 2008; LOSS et al., 2012), e indica que o manejo de plantio direto em JW2 está mantendo o solo leve o suficiente para proliferação das raízes das culturas na camada de 0-10 cm.

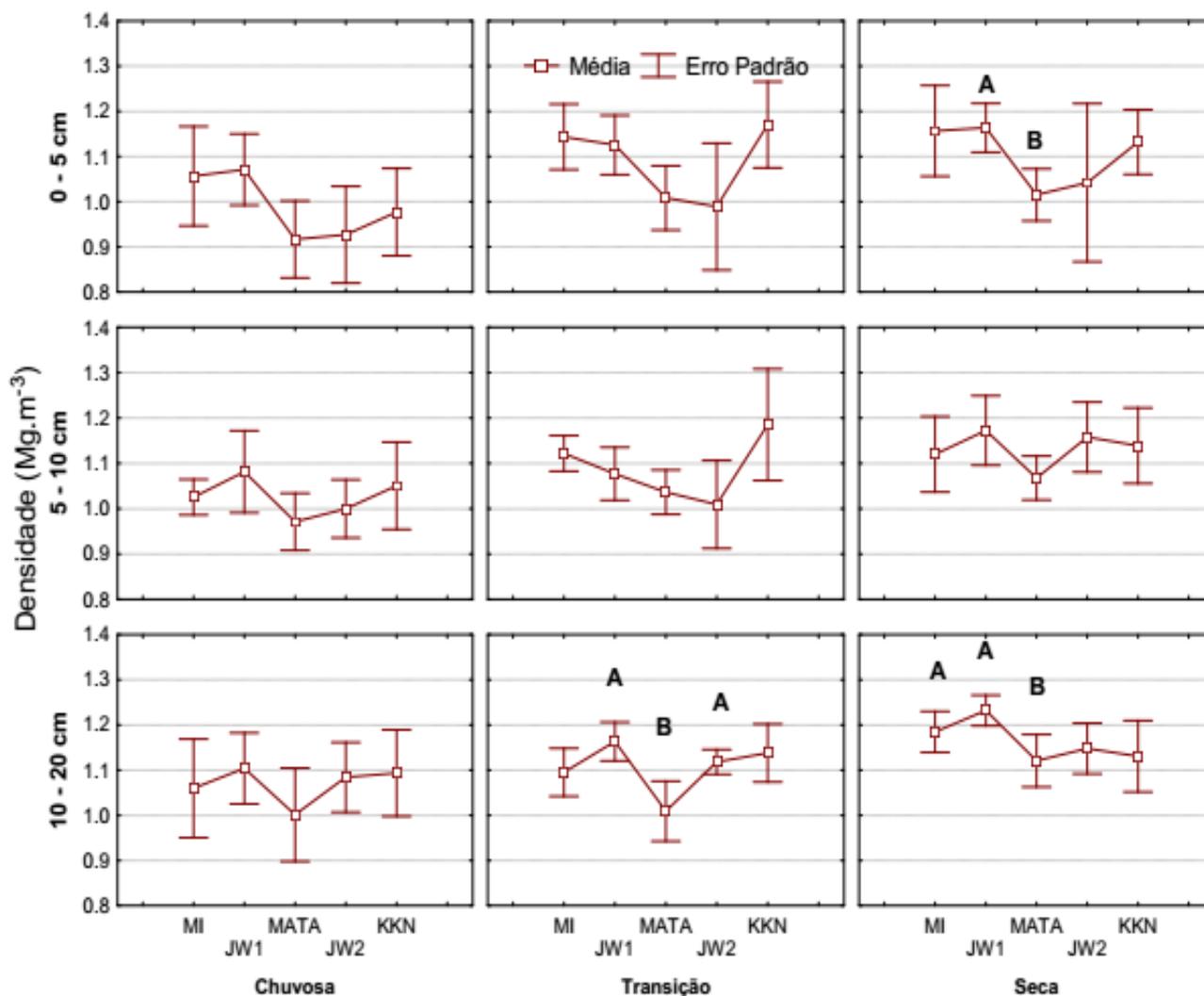


Figura 24 Densidade do solo (Mg.m^{-3}) em três profundidades e três estações, dados agrupados (2015-2016), para cinco tipos de uso do solo ($n=8$ cada tipo e profundidade), Mojuí dos Campos, PA.

5.2.2 CONCENTRAÇÕES E ESTOQUES DE CARBONO, NITROGÊNIO, E A RAZÃO C/N DO SOLO.

Para a análise das concentrações do Carbono e do Nitrogênio no solo, o fator tipo de uso do solo foi analisado usando um one-way ANOVA, dentro de uma estação e para cada profundidade separadamente (Tabela 13 a 15).

Tabela 13 Teor de C e N (g.kg^{-1}) no solo em três profundidades, na estação chuvosa e dois anos agrupados, para cinco tipos de uso de terra (n=16 cada média), Mojuí dos Campos - PA

Sítio	Prof. (cm)	C g.kg^{-1}			N g.kg^{-1}			C / N
		Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	
JW1	0-5	45.57	13.36	3.34	1.82 ^b	0.25	0.06	25.11
JW2	0-5	59.09 ^a	15.94	3.99	1.89 ^b	0.24	0.06	32.32
KKN	0-5	46.94	16.41	4.10	2.16 ^a	0.31	0.08	21.73 ^b
MATA	0-5	41.19 ^b	11.83	2.96	1.94 ^{ab}	0.26	0.07	21.11 ^b
MI	0-5	50.91	25.56	6.39	1.53 ^c	0.19	0.05	34.15 ^a
JW1	5-10	39.84 ^b	19.72	4.93	1.59 ^a	0.23	0.06	24.97 ^b
JW2	5-10	51.59	15.31	3.83	1.65 ^a	0.23	0.06	32.49 ^b
KKN	5-10	32.82 ^b	10.85	2.71	1.68 ^a	0.20	0.05	19.66 ^b
MATA	5-10	31.88 ^b	11.41	2.85	1.69 ^a	0.22	0.05	18.81 ^b
MI	5-10	67.71 ^a	42.60	10.65	1.30 ^b	0.31	0.08	61.48 ^a
JW1	10-20	27.53	10.27	2.57	1.31	0.24	0.06	20.89
JW2	10-20	39.95	15.77	3.94	1.44	0.37	0.09	29.51
KKN	10-20	31.53	20.48	5.12	1.38	0.18	0.05	23.29
MATA	10-20	28.53	13.36	3.34	1.54 ^a	0.24	0.06	18.55 ^b
MI	10-20	38.94	26.65	6.66	1.20 ^b	0.28	0.07	37.80 ^a

* letras diferentes entre sítios e dentro de uma estação e profundidade representam diferença estatística..

Fonte: Elaboração própria, 2017

Tabela 14 Teor de C e N (g.kg^{-1}) no solo em três profundidades, na estação seca e dois anos agrupados, para cinco tipos de uso de terra (n=16 cada média), Mojuí dos Campos - PA

Sítio	Prof. (cm)	C g.kg^{-1}			N g.kg^{-1}			C / N
		Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	
JW1	0-5	46.29 ^b	10.84	2.71	1.66 ^b	0.51	0.13	30.87
JW2	0-5	48.07 ^b	9.61	2.40	1.85 ^b	0.27	0.07	26.60
KKN	0-5	61.39 ^a	11.87	2.97	2.09	0.57	0.14	33.51
MATA	0-5	59.26 ^a	17.43	4.36	2.32 ^a	0.36	0.09	25.33
MI	0-5	41.61 ^b	13.58	3.39	1.90	0.49	0.12	22.62
JW1	5-10	32.91 ^b	6.38	1.59	1.60	0.33	0.08	21.31
JW2	5-10	32.77 ^b	10.37	2.59	1.57	0.27	0.07	20.94
KKN	5-10	38.30	9.68	2.42	1.66	0.34	0.09	24.16
MATA	5-10	43.27 ^a	5.85	1.46	1.80	0.16	0.04	24.08
MI	5-10	32.10 ^b	3.78	0.95	1.54	0.31	0.08	21.37
JW1	10-20	26.41 ^b	6.53	1.63	1.38	0.29	0.07	20.02
JW2	10-20	27.48 ^b	6.06	1.51	1.30	0.20	0.05	21.00
KKN	10-20	27.98 ^b	4.46	1.11	1.43	0.20	0.05	19.81
MATA	10-20	34.21 ^a	5.20	1.30	1.54	0.24	0.06	22.42
MI	10-20	27.12 ^b	5.29	1.32	1.52	0.76	0.19	20.01

* letras diferentes entre sítios e dentro de uma estação e profundidade representam diferença estatística.

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Tabela 15 Teor de C e N (g.kg^{-1}) no solo em três profundidades, na estação de transição e dois anos agrupados, para cinco tipos de uso de terra ($n=16$ cada média), Mojui dos Campos - PA

Sítio	Prof. (cm)	C g.kg^{-1}			N g.kg^{-1}			C / N
		Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	
JW1	0-5	48.71 ^a	12.40	3.10	1.74 ^b	0.18	0.04	27.92
JW2	0-5	48.30 ^a	9.54	2.39	1.68 ^b	0.30	0.08	29.29 ^a
KKN	0-5	44.35	13.18	3.29	1.83	0.19	0.05	24.12
MATA	0-5	44.33	7.04	1.76	1.98 ^a	0.22	0.06	22.57 ^b
MI	0-5	35.70 ^b	6.33	1.58	1.65 ^b	0.25	0.06	22.19 ^b
JW1	5-10	39.42	11.55	2.89	1.58 ^b	0.12	0.03	24.86
JW2	5-10	39.01	7.97	1.99	1.61 ^b	0.26	0.07	24.81
KKN	5-10	33.29	9.29	2.32	1.63 ^b	0.22	0.06	20.29
MATA	5-10	42.19 ^a	6.31	1.58	1.88 ^a	0.19	0.05	22.48
MI	5-10	32.02 ^b	11.40	2.85	1.48 ^b	0.25	0.06	21.64
JW1	10-20	37.58 ^a	20.59	5.15	1.48	0.28	0.07	25.59
JW2	10-20	38.38 ^{ad}	9.55	2.39	1.51	0.30	0.07	26.50 ^a
KKN	10-20	25.93 ^{bc}	7.62	1.90	1.46	0.25	0.06	17.60 ^b
MATA	10-20	37.44 ^a	5.78	1.45	1.66	0.25	0.06	22.80
MI	10-20	26.68 ^d	7.37	1.84	1.44	0.22	0.06	18.99

* Letras diferentes entre sítios e dentro de uma estação e profundidade representam diferença estatística.

Fonte: Elaboração própria, 2017.

As Tabelas 13 a 15 mostram que para a concentração do C no solo, em geral, os sítios de ILP (JW1 e JW2) tinham concentrações maiores de C do que o pasto degradado (KKN) nas estações chuvosa e transição; a exceção foi o sítio de ILPF (MI) que apresentou maior teor de C a 5-10 cm na estação chuvosa. Na estação seca a floresta primária (MATA) apresentou maiores teores de C do que a maioria dos sítios nas três profundidades. Para as concentrações de N, a floresta primária (MATA) apresentou maiores teores de N nas três estações e profundidades, com exceção da estação chuvosa, onde o pasto degradado (KKN) mostrou maior concentração de N a 0-5 cm de profundidade. O sítio de ILPF (MI) teve menor concentração de N comparado aos demais sítios a 0-5 e 5-10 cm, e a floresta primária (MATA) a 10-20 cm.

O sítio de ILPF (MI) na estação chuvosa, mostrou as maiores razões C/N nas três profundidades, consequência do pouco N no solo, neste sítio. Na estação de transição o sítio JW2 (manejo agrícola) apresentou maiores valores na razão C/N nas profundidades de 0-5 e 10-20 cm, não havendo diferenças na estação seca. As maiores razões de C/N no sítio JW2 (plantio direto e rotação de culturas) ocorreram

nas camadas de 0-5 cm e 10-20 cm na estação de transição (Tabela 15) e é resultado das maiores concentrações e conteúdo de C no solo junto com menores concentrações e conteúdo (Figuras 26 e 27) de N. Isto ocorreu devido a um provável aumento de atividade microbiana associado com o aumento de precipitação na transição da estação seca para a chuvosa. Luizão et al. (1992) trabalhando em floresta e pastos na Amazônia mostrou este mesmo resultado de sazonalidade da atividade microbiana, e Marschner et al. (2002) também demonstraram este efeito na floresta Amazônica.

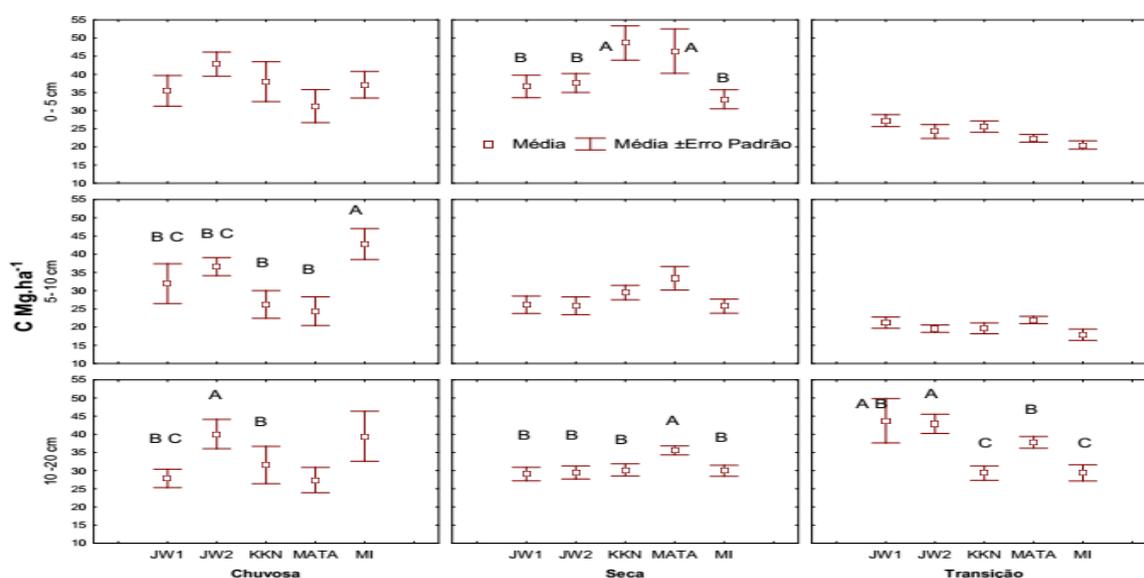


Figura 25 Estoque de C (Mg.ha^{-1}) em três profundidades e três estações em cinco usos de terra ($n=16$ para cada média), dados de dois anos combinados, Mojui dos Campos, PA

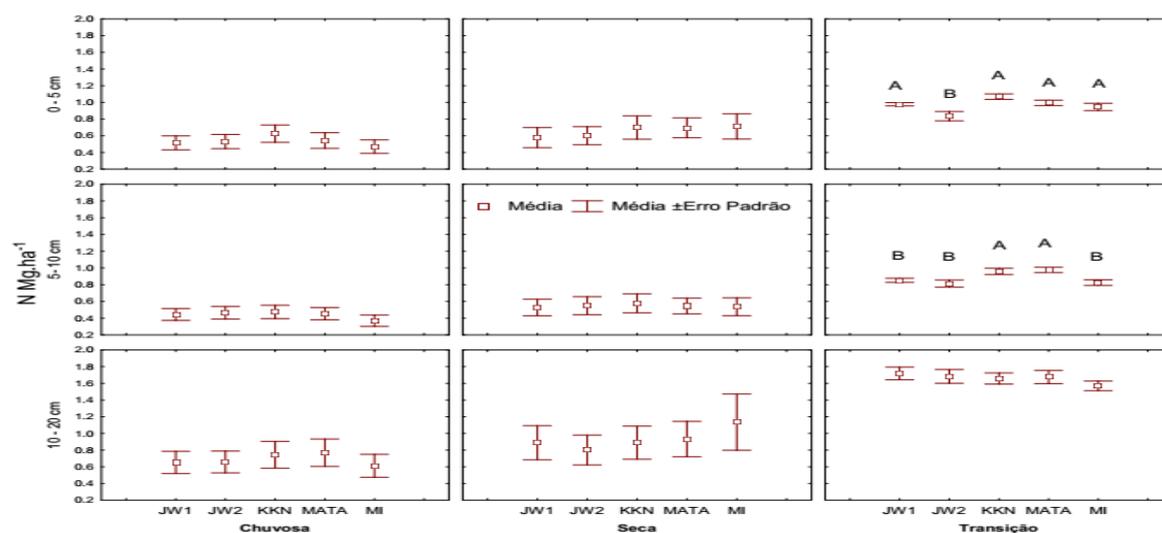


Figura 26 Estoque de N (Mg.ha^{-1}) em três profundidades e três estações em cinco usos de terra ($n=16$ para cada média), dados de dois anos agrupados, Mojui dos Campos, PA

Como a superfície e os primeiros cm do solo no sistema de plantio direto tem muitos resíduos orgânicos, com o início das chuvas, a microbiota aumenta a taxa de decomposição da MOS, que se traduz em um aumento de C no solo. Os microorganismos, para sustentar o seu metabolismo tem que retirar o N do solo para alimentar o processo de catabolismo de MOS. Essa imobilização de N contribuiu para a redução de N no solo e também para as razões maiores de C/N, resultado que é bom para a fertilidade neste sítio, pois a razão C/N, embora seja o maior entre os sítios nestas profundidades na estação de transição, ainda estão dentro da faixa de razão C/N de 25-30 que é considerada ideal para a atividade microbiana no solo (ROBERTSON; GROFFMAN, 2007).

Embora o solo sob floresta na Amazônia geralmente tenha concentrações maiores de C do que o pasto (NEILL et al., 1995; NEILL et al., 1996), como indicado pelos valores nas camadas 5-10 cm e 10-20 cm nas estações seca e transição (Tabela 14 e 15), e outros usos da terra como plantios de *Eucalyptus* spp. (BELDINI et al., 2010), o teor de C maior no JW2 do que na Mata na profundidade de 0-5 cm na estação chuvosa é provavelmente devido ao histórico de manejo que, além de agricultura mecanizada, inclui rotação com pastos.

Outros autores estudando modelagem da dinâmica de C em pastos Amazônicos (CERRI et al., 2003; CERRI et al., 2004) demonstraram que a instalação de pastos manejados é uma opção eficaz para aumentar o estoque de C no solo devido às raízes perenes que estão sempre sendo renovadas. O resultado do maior teor de C a 5-10 cm no sistema ILPF(MI) do que os outros sítios, exceto a floresta primária (MATA) pode ser um resultado da proliferação de raízes finas, uma vez que a amostragem foi feita dentro das linhas das árvores, e a rizosfera representa uma fração do solo altamente rica em matéria orgânica e diversidade microbiana (JONES, 2002; GREGORY, 2006).

Em recente estudo da Embrapa Agrossilvipastoril de Mato Grosso – MT, foi verificado que os estoques de C no solo em áreas de ILPF, como o sítio MI, apresentou estoque de C similar ao da mata nativa em um intervalo de apenas 4 (quatro) anos, devido ao aproveitamento de resíduos de adubação da cultura agrícola, que o capim aproveita e forma maior biomassa vegetal, desta forma, acumulando maior quantidade de C.

Na estação seca o pasto degradado (KKN) mostrou maior concentração de C a 0-5 cm, exceto a Mata, e isso pode ter ocorrido, ao fato que o pasto, embora

degradado, do ponto de vista agrônomo, estava coberto com uma mistura de forrageira tipo *Panicum* e vegetação invasora vigorosa enquanto os outros sítios estavam com solo muito mais exposto (exceto as áreas com árvores no sítio ILPF (MI)). Desta forma, em teoria, a atividade biológica no solo seria maior no solo coberto no sítio KKN devido a maiores níveis de umidade, embora não tenha-se estes dados. Contudo, dados da atividade microbiana (qCO_2) de 0-20 cm no solo de duas coletas nas estações seca de 2013 e 2014 (dados prévios de períodos antes das coletas das amostras para fertilidade) mostram valores sem diferenças estatística (0,262 mg $CO_2.g^{-1}$ solo para KKN e 0,273 e 0,271 mg $CO_2.g^{-1}$ solo para JW1 e JW2, respectivamente, 0,219 mg $CO_2.g^{-1}$ solo para a MATA, e 0,245 mg $CO_2.g^{-1}$ solo para MI), isto mostra, que o quociente qCO_2 do KKN mantinha-se em níveis altos, devido à alta atividade e ciclagem de C microbiano, e possivelmente tenha contribuída a este resultado na camada de 0-5 cm.

Os valores para a concentração do N no solo, variaram entre 1,2 – 2,32 g.kg⁻¹, resultados estes que estão de acordo com os encontrados por Neill et al. (1997) e Nardoto (2005) para florestas e pastos na Amazônia. Em geral, a floresta primária (MATA) teve valores estatisticamente maiores do que todos os sítios pesquisados, e o sítio MI (ILPF) teve os menores valores. A floresta Amazônica em geral é rica em N tem altos níveis de N circulando (MARTINELLI et al., 1999; DAVIDSON et al., 2004; LUIZÃO et al., 2004) desta forma, é um resultado esperado ver a floresta primária (MATA) ter maiores níveis de N. Além disso, uma porção do N adicionado aos sítios manejados com fertilizante é retirado pelo animais pastejando e pelas colheitas das culturas agrícolas, desta forma reduzindo o N que estaria circulando no sistema solo-planta-atmosfera, destes sítios.

O sítio ILPF (MI) tem concentrações estatisticamente baixas de N em quase todas as profundidades e estações (Tabelas 13 a 15), e apesar de parte desta área ser ocupada por plantios de espécies florestais (Cumuaru, Mogno Africano e Castanha do Pará; o componente florestal do ILPF) parte desta área encontrava-se com pasto degradado, com baixa qualidade do capim e áreas de solo exposto, ou seja, este sistema de ILPF não encontrava-se em estado ideal de manejo, pois não era usado em sua totalidade como integração no período estudado. Este fato também pode explicar as maiores razões para C/N neste sítio na estação chuvosa (Tabela 13).

O resultado inesperado com respeito à concentração do N no solo ocorreu no pasto degradado (KKN) que na estação de transição mostrou concentrações altas de N, iguais à da floresta primária nas três camadas e estatisticamente maior do que os sítios manejados a 0-5 cm. Em geral, estudos de pastos na Amazônia mostram reduções de N comparado às florestas primárias (NEILL et al., 1995, 1997, 1999), embora Piccolo et al. (1994) tenham mostrado aumentos de N em pastos em Rondônia. A área do sitio KKN tem características de uma capoeira com diversas espécies de plantas invasoras de vários metros de altura, e algumas destas poderiam ser fixadores de N. Além disso, este valor poderia ser explicado pelo processo de fixação associativo de N por bactérias de vida livre (REIS; TEIXEIRA, 2006) onde bactérias de vida livre (que não formam nódulos) usam exsudatos radiculares como fonte de energia e mantém ativa enzimas de nitrogenase no ambiente de baixo O_2 da rizosfera (BODDEY; VICTORIA, 1986).

A figura 28 mostra os estoques de C e N total 0 – 20 cm no solo com os dados dois anos e três estações agrupados. Estes valores são semelhantes aos do Silver et al. (2000) e Telles et al. (2003) para florestas primárias Amazônicas em solos argilosos.

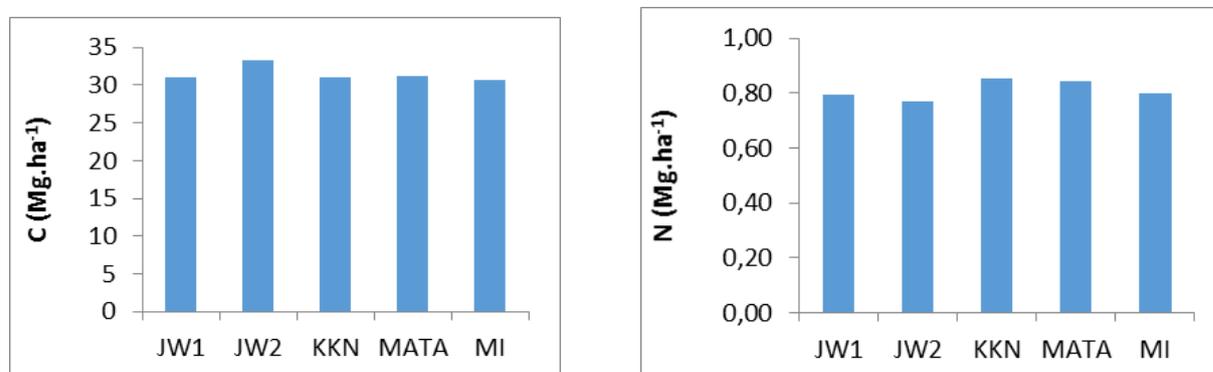


Figura 27 Estoques de C e N total, 0 – 20 cm em cinco tipos de uso de terra, Mojui dos Campos, PA.

A falta de diferenças estatísticas entre os valores de C e N total nestes sistemas é provavelmente devido ao fato que embora a MOS seja considerada a principal indicadora da qualidade de um solo (Mendes et al., 2009), é lenta a sua resposta a técnicas de manejo e pode levar anos para poder aferir mudanças (GAMA-RODRIGUES, 1999; GAMA-RODRIGUES et al., 2008).

5.2.3 Teores de C e N da Biomassa Microbiana e Relação C/N.

Para as concentrações do C e do N da biomassa microbiana o fator sítio foi analisado somente para a estação chuvosa usando um one-way ANOVA para cada profundidade separada. Somente os dados da estação chuvosa de dois anos foram usados porque variáveis macroclimáticas (juntos com atributos químicos do solo) analisados em conjunto são mais eficazes para descrever a variação da atividade e os teores de C e N da biomassa microbiana (WARDLE,1992; CLEVELAND et al., 2003), e o processo de decomposição da matéria orgânica do solo.

Os resultados encontrados, para esta análise, mostram que não houve diferenças entre os sítios para a concentração de C nas profundidades 0-10 cm e 10-20 cm, no entanto, para a concentração de N houve diferenças em cada profundidade (Tabela 16).

Tabela 16 Teores de C e N na biomassa microbiana em duas profundidades do solo, dados de duas estações chuvosas agrupadas (2015-16), para cinco sítios (n=12 cada sítio e profundidade), Mojui dos Campos, PA.

Sítio	Prof. (Cm)	C mg.kg ⁻¹	Desvio padrão	Erro padrão	N mg.kg ⁻¹	Desvio padrão	Erro padrão	C:N biomassa
JW1	0-10	362.49	161.86	46.73	71.94 ^{ab}	31.10	8.98	5.04
JW2	0-10	399.22	179.57	51.84	97.33 ^a	29.10	8.40	4.10
MATA	0-10	388.67	126.98	36.66	102.76 ^a	39.05	11.27	3.78
MI	0-10	318.13	144.34	41.67	62.32 ^b	9.69	2.80	5.10
KKN	0-10	317.01	112.49	32.47	54.48 ^b	15.06	4.35	5.82
JW1	10-20	277.03	189.55	54.72	47.68 ^{ab}	19.69	5.69	5.81
JW2	10-20	310.38	189.24	54.63	66.43 ^a	16.77	4.84	4.67
MATA	10-20	321.85	141.10	40.73	66.28 ^a	19.99	5.77	4.86
MI	10-20	242.23	149.56	43.17	44.48 ^b	12.65	3.65	5.45
KKN	10-20	242.12	103.88	29.99	29.72 ^b	12.78	3.69	8.15

* letras diferentes numa coluna representam diferença estatística

Fonte: Elaboração própria, 2017.

A concentração de C na biomassa microbiana (CBM) ficou entre 300 e 400 C mg.kg⁻¹ na profundidade de 0-10 cm, e na profundidade de 10 - 20 cm os valores foram ligeiramente reduzidos, ficando entre 240 e 320 mg.kg⁻¹. Coser et al. (2016), trabalhando no cerrado Brasileiro reportou 74.73 a 248.9 mg.kg⁻¹ para o CBM, e o NBM variou entre 10.47 to 48.31 mg.kg⁻¹. Cenciani et al. (2009) trabalhando em pastos e florestas na Amazônia reportou valores semelhantes para CBM e NBM. O

fato que não houve diferenças para o C na biomassa microbiana pode ser devido à grande variação nas médias (Tabela 16) pois existe uma tendência nestes dados onde os sítios de MI e KKN poderiam ter níveis de C na biomassa microbiana menores.

Podemos concluir que a igualdade estatística entre os 4 (quatro) sítios manejados e a floresta, indica que não há sinais de degradação biológica severa nos sítios manejados e que as funções biológicas, e a ciclagem de nutrientes, estão, pelo menos em nível superficial, intactos e capazes de manter a qualidade do solo. No entanto, valores absolutos de biomassa microbiana são difíceis para interpretar correlacionando ao sentido de avaliar a fertilidade ou a qualidade de um solo.

Na estação chuvosa o sítio JW2 (rotação de culturas usando plantio direto e pasto) e Mata (floresta primária) tiveram um teor maior de N na biomassa microbiana do que os sítios MI (silvipastoril), KKN (pasto degradado) nas duas profundidades (tabela 16). O N da biomassa microbiana representa uma fração lábil e rapidamente assimilável pelas plantas e fauna do solo, e por isso, em teoria, um solo com mais N imobilizado na biomassa microbiana teria um potencial maior para fornecer este nutriente. Neste sistema de rotação de culturas, o maior nível de N na biomassa microbiana indica que a diversidade de culturas em rotação (sítio JW2: milho, soja, Brachiaria, e crotalária) promoveu um ganho de N sendo o mesmo, ciclado e incorporado na biomassa microbiana, um resultado semelhante ao do Tiemann et al., (2015) que relataram grandes aumentos de C e N, na atividade microbiana no solo e reduções na razão C/N da biomassa microbiana num sistema agrícola usando rotação de culturas.

Coser et al. (2016) relataram um aumento do N na biomassa microbiana num sistema de milho e *Panicum maximum* em consórcio em comparação com milho em monocultura no cerrado Brasileiro. Franchini et al. (2007), trabalhando no sul do Brasil, reportou maior C e N, na atividade e eficiência microbiana em sistemas de plantio direto com rotações de culturas, incorporando plantas leguminosas, sobre os efeitos no solo da rotação de culturas (figura 17).

Da mesma forma West; Post (2002) e McDaniel et al. (2014) mostraram grandes aumentos nos indicadores da fertilidade do solo. As médias do quocientes metabólico qMIC e qMIN, ficaram entre 0.64 e 1.15 para qMIC, e 2.15 e 5.52 para qMIN (Tabela 18), semelhantes aos do Cenciani et al. (2009) trabalhando em pasto e floresta na Amazônia, e Coser et al. (2016), trabalhando no cerrado Brasileiro.

Tabela 17 Razão C e N na biomassa microbiana / C e N no solo (qMIC e qMIN), dados de duas estações chuvosas agrupadas (2015-16), para cinco sítios (n=12 cada sítio e profundidade), Mojui dos Campos, PA.

Sítio	Prof. (cm)	Médias qMIC	Desvio padrão qMIC	Erro padrão qMIC	Médias qMIN	Desvio padrão qMIN	Erro padrão qMIN
JW1	0-10	0.80	0.32	0.09	4.02 ^{ab}	1.65	0.48
JW2	0-10	0.84	0.37	0.11	5.07 ^a	1.46	0.42
KKN	0-10	0.64	0.29	0.08	2.92 ^b	0.80	0.23
Mata	0-10	0.98	0.53	0.15	5.52 ^a	2.22	0.64
MI	0-10	0.89	0.40	0.12	3.94 ^{ab}	0.87	0.25
JW1	10-20	0.83	0.54	0.16	3.45 ^{ab}	1.28	0.37
JW2	10-20	0.83	0.53	0.15	4.52 ^a	1.41	0.41
KKN	10-20	0.81	0.42	0.12	2.15 ^b	0.90	0.26
Mata	10-20	1.15	0.65	0.19	4.40 ^a	1.52	0.44
MI	10-20	0.87	0.61	0.18	3.76 ^{ab}	1.62	0.47

* letras diferentes numa coluna representam diferença estatística

Fonte: Elaboração própria, 2017.

No presente estudo, os maiores valores de N na biomassa microbiana e do qMIN (Tabelas 16 e 17) indicam que há maior eficiência metabólica e qualidade de matéria orgânica e por isso há mais N sendo imobilizado pela microbiota do solo, que representa um aumento de N, onde posteriormente poderá ser disponibilizado as plantas (FRANCHINI et al., 2007). Nos sítios de JW2 e JW1 o valor do qMIN é maior do que no pasto degradado (KKN) e igual ao valor qMIN da MATA (Tabela C) indicando que nestes sistemas de manejo não tem somente mais N disponível no solo mas que a microbiota do solo é mais eficiente em mineralizar o N orgânico, imobilizá-lo na sua biomassa, e depois liberar o N numa forma inorgânica para ser absorvido pela cultura agrícola ou pasto. Além disso, o qMIN maior da floresta confirma os resultados de outros estudos que já demonstraram que taxas de ciclagem de N em pastos são menores comparadas as de floresta (PICCOLO et al., 1994; NEILL et al., 2006). Este resultado aponta que a razão qMIN pode ser utilizada, junto a do qMIC, como um indicador da qualidade do solo em sistemas integrados (FRANCHINI et al., 2007).

5.2.4 Fertilidade do solo

Para fertilidade do solo foi avaliado o pH em água (H₂O), macronutrientes (P, K, Ca, Mg), acidez trocável (Al), acidez potencial (H+Al), e cálculos de soma de bases trocáveis (SB), CTC, percentual de saturação de bases (V%) e percentual de

saturação de Al (m%). Para as variáveis selecionadas de fertilidade do solo o fator sítio foi analisado dentro de uma estação usando um one-way ANOVA para cada profundidade separadamente.

Em geral nas 3 (três) profundidades, os sítios floresta primária (MATA) e ILPF (MI), tiveram menor saturação de bases e CTC efetiva, assim como maior acidez potencial. A floresta primária (MATA) teve a menor concentração de K e o menor pH, e o sítio de ILPF (MI) teve a maior concentração de P, e o menor pH (Figuras 29 e 30). Nos sítios de JW1, JW2, e MI os valores estatisticamente mais altos comparados aos da floresta primária (MATA) de pH e CTC efetiva, e mais baixos de acidez potencial (H+Al) são reflexos da prática de calagem, e representam bons resultados para a fertilidade e produtividade dessas áreas uma vez que a maioria dos 14 (quatorze) nutrientes absorvidos do solo são melhor disponibilizados em pH próximo de 6,0 (TAIZ; ZEIGER, 2009). Nos sítios JW1, JW2 e MI, os efeitos de manejo agrícola se manifestaram claramente, como exposto nas figuras 29 a 34.

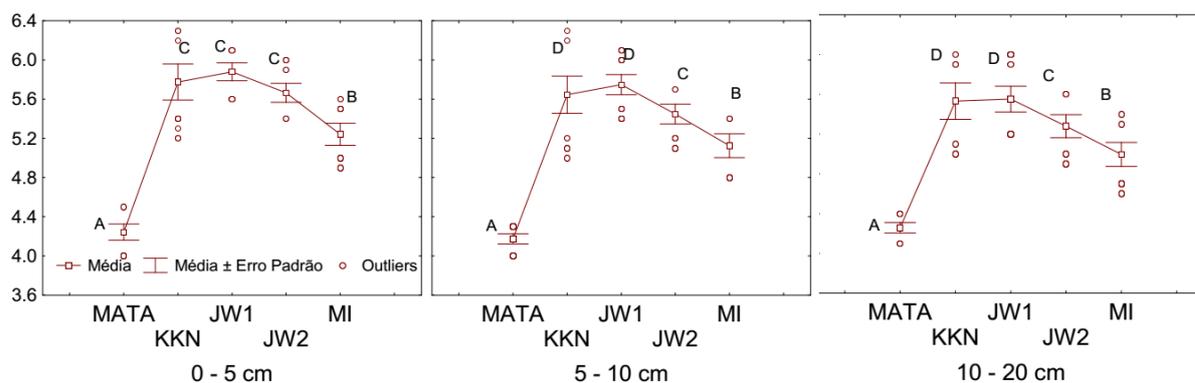


Figura 28 pH do solo em três profundidades e três estações em cinco tipos de usos de solo (n= 48 para cada média), dados de dois anos agrupados, Mojui dos Campos, PA.

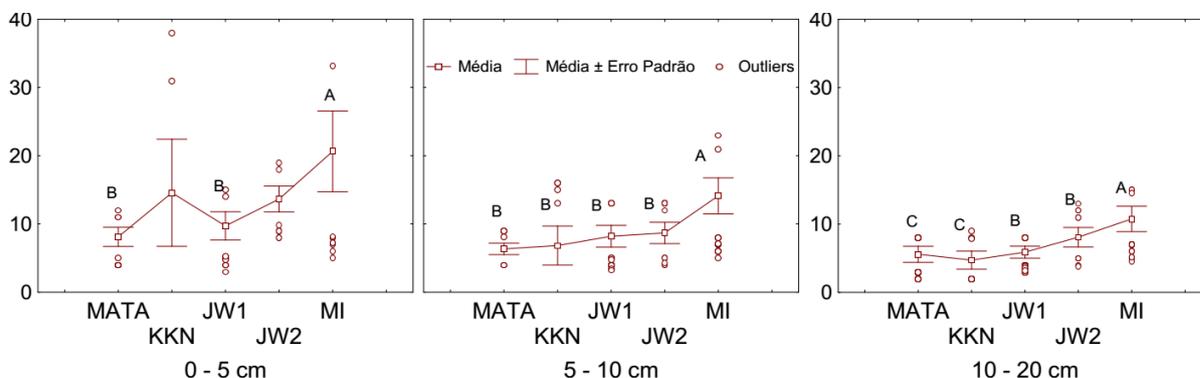


Figura 29 P disponível (mg.dm⁻³) no solo em três profundidades e três estações em cinco tipos de uso do solo (n= 48 para cada média), dados de dois anos agrupados, Mojui dos Campos, PA.

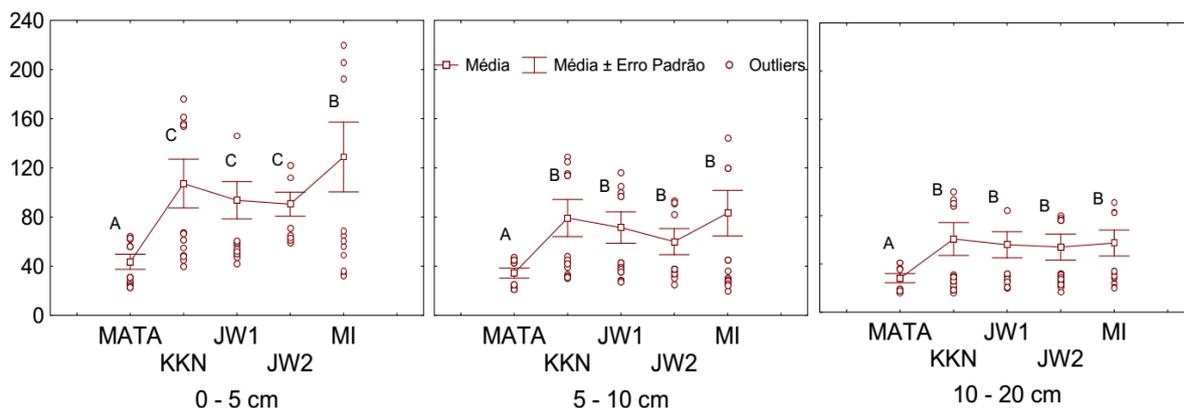


Figura 30 K disponível (mg.dm⁻³) no solo em três profundidades e três estações em cinco tipos de uso do solo (n= 48 para cada média), dados de dois anos agrupados, Mojui dos Campos, PA.

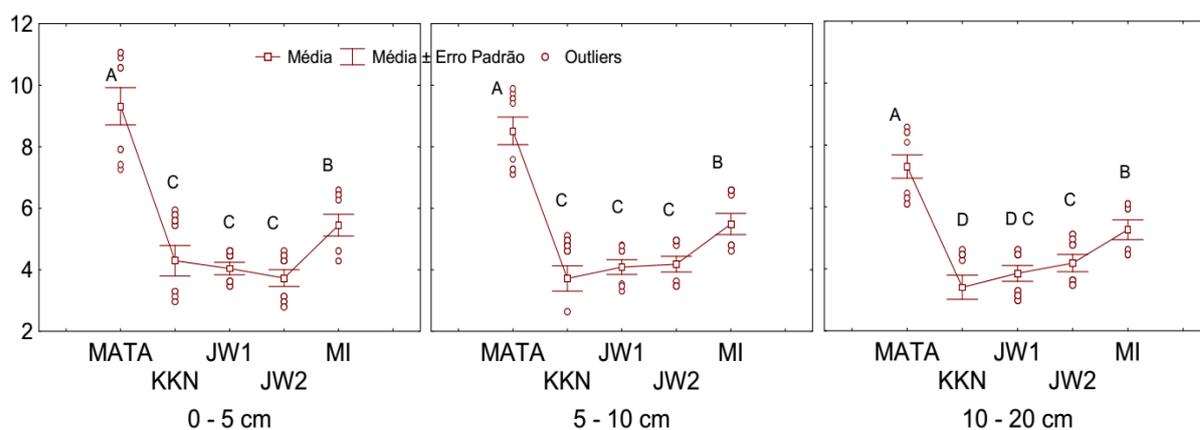


Figura 31 Acidez Potencial (H+Al; cmolc.dm⁻³) no solo em três profundidades e três estações em cinco tipo de uso do solo (n= 48 para cada média), dados de dois anos agrupados, Mojui dos Campos, PA.

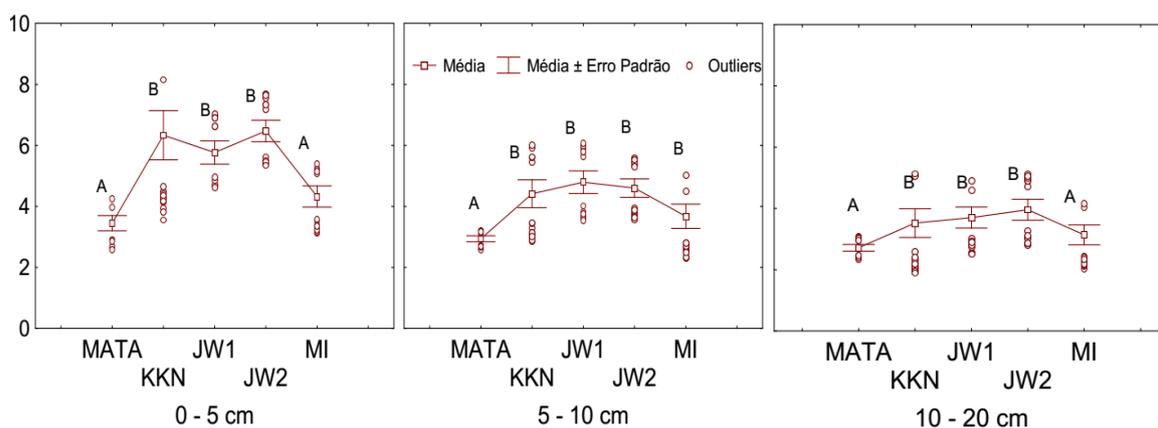


Figura 32 CTC efetiva (cmolc.dm⁻³) do solo em três profundidades e três estações em cinco tipos de uso do solo (n= 48 para cada média), dados de dois anos agrupados, Mojui dos Campos, PA

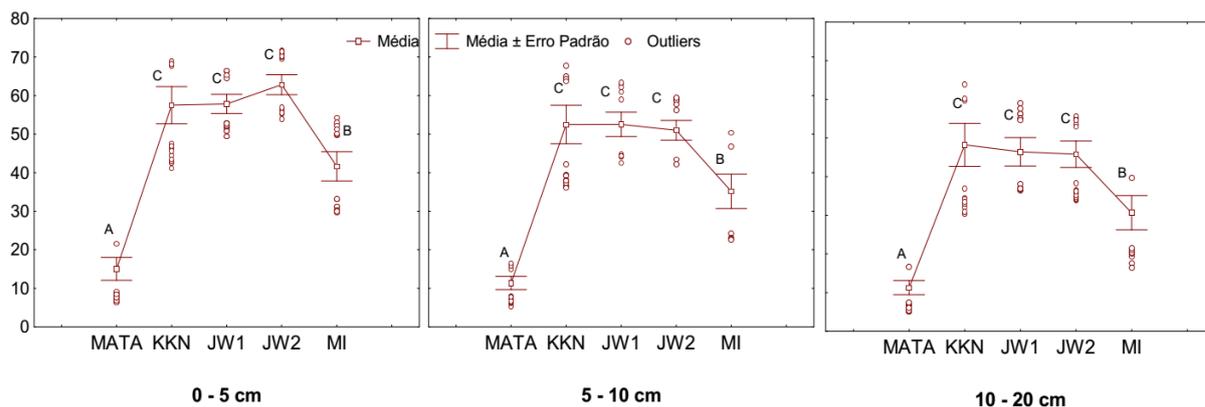


Figura 33 Saturação por bases (V%) em três profundidades e três estações em cinco tipos de uso do solo (n= 48 para cada média), dados de dois anos agrupados, Mojui dos Campos, PA.

Um resultado inesperado foi no sítio de pasto degradado (KKN), onde o mesmo, teve valores dos parâmetros de fertilidade, iguais aos dos sítios de integração agricultura-pecuária-floresta (JW1, JW2, e MI) em quase todas as comparações, principalmente com respeito aos sítios JW1 e JW2 (ILP). O fato que o sítio KKN, em pelo menos 10 anos, nunca recebeu nem adubação nem calagem e o único manejo que foi feito na área, era uma roçagem manual ao ano, desta forma, cria a impressão que há um nível natural de fertilidade nesta área, uma vez que os dados desta área são iguais às das áreas manejadas, apesar da presença de abundantes plantas daninhas, no entanto, a degradação biológica, pelos resultados obtidos, não está instalada.

A Tabela 18 mostra os coeficientes de Pearson de correlação produto-momento para matéria orgânica (MOS) e carbono na biomassa microbiana do solo (CBM) e parâmetros selecionados da fertilidade do solo para elucidar os efeitos de manejo sobre a acidez e CTC, e a influência desses, no teor de C no solo.

Tabela 18 Coeficiente de Pearson de correlação produto-momento em duas profundidades e parâmetros selecionados da fertilidade do solo

Matéria orgânica do solo				
Sítio	cm	pH	CTC efetiva	V%
JW1	0 – 10	0,33*	0,41*	0,30*
JW2	0 – 10	-0,29*	-0,14	-0,22
KKN	0 – 10	0,22	0,44*	0,14
MATA	0 – 10	-0,04	0,39*	0,13
MI	0 – 10	0,20	0,26	0,29*
JW1	10 - 20	0,22	0,30*	0,25
JW2	10 - 20	0,22	0,39*	0,40*
KKN	10 - 20	0,15	0,16	0,03
MATA	10 - 20	-0,37*	0,53*	0,39*
MI	10 - 20	0,30*	0,29*	0,33*
Carbono na biomassa microbiana				
JW1	0 – 10	0,20	0,21	0,21
JW2	0 – 10	0,21	0,37	0,46
KKN	0 – 10	-0,31	-0,20	-0,11
MATA	0 – 10	0,40	-0,08	0,07
MI	0 – 10	0,10	0,43	0,48
JW1	10 - 20	-0,05	-0,10	0,01
JW2	10 - 20	-0,54*	-0,46	-0,17
KKN	10 - 20	-0,16	-0,19	0,04
MATA	10 - 20	0,10	0,01	0,02
MI	10 - 20	0,23	0,52*	0,42

* indica significância a $\alpha = 0,05$.

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Embora sejam fracas, as correlações positivas e significantes entre a CTC efetiva, V%, e a MOS indicam que nestes solos é a MOS que controla a CTC, e que as práticas de manejo devem ter como objetivo aumentar o nível de MOS. A biomassa e a atividade microbiana são, muitas vezes, limitada por valores baixos de pH e altos níveis de $[Al^{3+}]$ (FIERER; JACKSON, 2006). Por exemplo, Jesus et al. (2009) mostraram que a comunidade microbiana mudou a sua estrutura de acordo com gradientes de pH e $[Al^{3+}]$ em tipos diferentes de uso do solo na Amazônia. A acidez do solo é tida como um dos grandes impedimentos ao avanço da agricultura no Brasil e em regiões tropicais em geral (CAIRES, 2013).

No sistema de plantio direto muitas vezes há um problema com acidez alta após 10 cm devido a impossibilidade de incorporar o calcário no solo através de revolvimento do mesmo, e maiores teores de MOS podem ajudar a reverter este

efeito negativo. Para ilustrar isso, Alleoni et al. (2010), trabalhando em solos sob plantio direto (PD) em Mato Grosso mostraram que com o aumento de MOS no PD a liberação de Al para a solução do solo foi reduzida e o Al ficou complexado a moléculas grandes de MOS. Porém, nas figuras 5-10 observa-se que existem, nos sítios manejados, níveis estatisticamente altos de P, K, CTC efetiva, e V% em todas as profundidades, e pH maior do que na floresta primária (MATA) mostrando que as práticas de manejo, principalmente nos sítios JW1 (plantio direto e rotação de culturas e pastos) e JW2 (plantio direto com rotação de soja e milho) são efetivas em manter a fertilidade do solo em níveis adequados.

6 CONCLUSÃO

Atualmente a principal forma de uso do solo no Baixo-Amazonas, como base no estudo dos municípios de Santarém e Monte Alegre, é a floresta, seguido das áreas protegidas, ocupando as duas, em média 74,10% de cobertura vegetal. No município de Santarém e região metropolitana a agricultura está estabilizada com uso de 86.824,13ha, e a pecuária com uso de 89.140,13ha, sendo a mesma a atividade produtiva com maior incremento entre os anos de 2001 e 2014, período deste estudo. Em Monte Alegre, a atividade agropecuária ocupa uma área de 156.628,72ha representando 8,62% da cobertura do solo no município. Ao contrário de Santarém e entorno o destaque de mudança de uso do solo em Monte Alegre foi a Agricultura com aumento percentual entre 2001 e 2014 de 98,91%, enquanto a área de solo ocupado pela pecuária decresceu 5,33% no período.

A principal forma de conversão de uso do solo, no período estudado, foi a floresta e destino principal foram as atividades agropecuárias. Apesar disto, o desmatamento no período estudado, apresentou queda progressiva a partir de 2005, confirmando nossa hipótese que a variável desmatamento não exerceu influência sobre o efetivo do rebanho que continuou aumentando, apesar da queda das taxas de desflorestamento verificadas, demonstrando que nos municípios pesquisados houve uma ruptura do padrão desmatamento X pecuária.

O PIB agropecuário representa em Monte Alegre e Belterra o maior peso na economia municipal e em Santarém ocupa a segunda posição, demonstrando a vocação rural dos municípios do Baixo-Amazonas e a necessidade de diversificação da matriz econômica regional. O desmatamento apresentou correlação negativa no município de Santarém e entorno e nulo em Monte Alegre quanto a influência no PIB municipal.

Os pecuaristas do Baixo-Amazonas, em sua maioria dependem da utilização das áreas de várzea, em média 6 (seis) meses por ano, número este que vai diminuindo conforme o aumento de porte do criação. No entanto, em algum momento do ano, independente do porte, 60% dos criadores utilizam as abundantes pastagens aluviais das várzeas. A titulação da terra continua sendo um problema aos produtores, onde 50% em média não detêm títulos de suas áreas.

A pecuária no Baixo-Amazonas, além de sua expressividade no PIB dos municípios, apresenta um aspecto social muito forte, onde a maioria dos produtores

está no segmento de pequeno e médio porte e contribuem para a manutenção do homem no campo, praticando uma atividade fortemente familiar, aliado a isto, 80% dos produtores de Santarém e Monte Alegre tem interesse em aumentar a produção de alguma forma, contribuindo desta maneira para a economia como um todo e garantindo a presença do homem no meio rural.

O nível de utilização de tecnologia é crescente na pecuária do Baixo-Amazonas e a aceitação das mesmas é quase unanimidade entre os produtores, o principal entrave a maior tecnificação são os custos elevados e a falta de assistência técnica. Neste estudo foi possível identificar que 36% dos produtores de Monte Alegre e 40% dos produtores de Santarém utilizam algum tipo de tecnologia na atividade pecuária, validando assim o cenário de mudança na atividade pecuária regional, que foi apontado no capítulo II desta tese.

A hipótese geral que os tipos de uso do solo que empregam elementos de manejo integrado (JW1, JW2, e MI) teriam níveis maiores de fertilidade edáfica foi, em geral, sustentada pelos dados e a análise dos mesmos, apesar da grande variação nos dados e ao fato que é difícil ver mudanças significativas de C e N no solo em um curto período de tempo, como foi demonstrado pela falta de grandes efeitos dos tratamentos para o fator de sazonalidade. Quando as estações foram analisadas combinadas os resultados foram mais expressivos em evidenciar diferenças entre os tratamentos. Os sítios de ILP (JW1 e JW2) em geral não mostraram sinais de compactação do solo e tinham concentrações maiores de C do que o pasto degradado (KKN) nas estações chuvosa e transição, período de maior atividade microbiana e ciclagem de nutrientes. Para as concentrações de N, a floresta primária (MATA) apresentou maiores teores de N nas três estações e profundidades. Os sítios de manejo integrado (JW1, JW2) apresentaram valores sempre iguais, salvo na estação seca, a 0-5 cm no solo. Não houveram grandes diferenças para a razão C/N comparando os sítios de ILP (JW1 e JW2) com a floresta primária (MATA) e o pasto degradado (KKN), mostrando desta forma, que pelo menos nestes dois sítios de manejo integrado a qualidade da matéria orgânica é igual à da floresta primária. O sítio ILPF (MI) apresentou altas razões C/N na estação chuvosa devido às baixas concentrações de N.

Os valores maiores do qMIN nos sítios de manejo integrado em relação ao pasto degradado (KKN) mostra, que nestes sistemas de manejo, não tem somente quantidades maiores de N disponível no solo, mas que a microbiota do solo é mais

eficiente em mineralizar o N orgânico, imobilizá-lo na sua biomassa, e depois liberar o N numa forma inorgânica para ser absorvido pela cultura agrícola.

Os valores de pH, CTC efetiva e acidez potencial nos sítios JW1, JW2, e MI tiveram resultados que podem ser considerados ótimos para a fertilidade do solo, quando comparados com o sítio MATA. Estes resultados são fruto do manejo agrícola ocorrido neste sítios ao longo dos últimos anos.

Podemos concluir de forma geral, que tomando a floresta primária como o ideal de equilíbrio de parâmetros de solo, os sítios de sistemas integrados de produção, neste estudo, mostraram grande potencial para manter e aumentar os níveis de fertilidade do solo e deste modo apoiar de uma forma integral o desenvolvimento de produção sustentável nesta região da Amazônia, garantindo assim o equilíbrio entre a esfera produtiva, ambiental e social.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira**. Estudos Avançados. São Paulo, USP, n. 45. p. 7-30, 2002.
- ABREU, U. G.; LOPES, P. S.; BAPTISTA, A. J. M. S.; TORRES, R. A.; SANTOS, H. N. Avaliação da introdução de tecnologias no sistema de produção de gado de corte no Pantanal: análise de eficiência. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3 (supl.), p. 1242-1250, 2006.
- AGRAWAL, A.; NEPSTAD, D.; CHHATRE, A. Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation. **Annual review of environment and resources**, v, 36, p. 373-396, 2011.
- ALEIXO, A. Review of "A Field Guide to the Birds of Brazil". **The Quarterly Review of Biology**, v. 85, p. 376-377, 2010.
- ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; MCGRATH, D.; MOUTINHO, P.; PACHECO, P.; DIAZ, M. del C.; SOARES FILHO, B. **Desmatamento na Amazônia: indo além de uma emergência crônica**. IPAM. Belém, 2004.
- ALLEONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A.; CAIRES, E. F.; GARBUIO F. J. Acidity and Aluminum Speciation as Affected by Surface Liming in Tropical No-Till Soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 74:1010-1017, 2010. doi:10.2136/sssaj2009.0254.
- ALMEIDA, A. S.; VIEIRA, I. C. G. Conflitos no uso da terra em Áreas de Preservação Permanente em um polo de produção de biodiesel no Estado do Pará. **Revista Ambiental Água**, vol.09, n.3 Taubaté, 2014.
- ALVARENGA, R.C.; NOCE, M.A. **Integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2005,16p.
- ALVES, M.C.; SUZUKI, L. E. A. S. Influência de diferentes sistemas de manejo do solo na recuperação de suas propriedades físicas. **Acta Sci.**, 26:27-34, 2004.
- AMORIM, A. T. dos S. **Santarém: uma síntese histórica**. ed. Ulbra, Santarém, 1999.
- ANDERSON, J. P. E. Soil Respiration. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R. (eds.) **Methods of soil analysis**, part 2, 2. ed. ASA/SSSA, Madison, Wis. P, 837-871, 1982.
- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K.H. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. **Soil Bio. Biochem.** v. 21. n. 1. p. 471-479, 1989.
- ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2012, 378p.
- ARAÚJO, A. P.; JORDY FILHO, S.; FONSECA, W. N. A vegetação da Amazônia brasileira. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. Anais... Belém: Embrapa-CPATU, p.135-152, 1986. (Embrapa-CPATU. Documentos, 36).

ARAÚJO, R. C.; PONTE, M. X. **Agronegócio, desmatamento e sustentabilidade na Amazônia**: produção sustentável na Amazônia. Universidade Federal do Pará (UFPA). 2011.

ARIMA, E.; BARRETO, P.; BRITO, M. **Pecuária na Amazônia**: tendências e implicações para a conservação ambiental. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Belém. 2005.

ARIMA, E.; UHL, C. Pecuária na Amazônia Oriental: desempenho Atual e Perspectivas Futuras. **Série Amazônia** N° 01 - Belém: Imazon, 1996.

ARRAES, R. A.; DINIZ, M. B.; DINIZ, M. J. T. Curva ambiental de Kuznets e desenvolvimento econômico sustentável. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, vol. 44, n. 3, p. 525-547, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL. **ASBIA**. Comunicação pessoal, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE – ABIEC. **Exportações de carne bovina do Brasil: período janeiro-dezembro de 2014**. São Paulo: ABIEC, 2014. 19 p.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; SILVA, V. P.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura – pecuária – floresta no Brasil. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, 2011.

BARRETO, P.; SOUZA, J. R.; NOGUERÓN, R.; ANDERSON, A.; SALOMÃO, R. Human Pressure on the Amazon forests.(Report). **IMAZON**, 2006.

BASTIDA, F.; ZSOLNAY, A.; HERNÁNDEZ, T.; GARCÍA, C. Past, present and future of soil quality indices: a biological perspective. **Geoderma**, 147: 159-171, 2008.

BATISTELA, M.; MORAN, E. Dimensões humanas do uso e cobertura de terras na Amazônia: uma contribuição do LBA. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 2, p. 239-247, 2005.

BELDINI, T. P., OLIVEIRA JÚNIOR, R. C.; KELLER, M. M.; CAMARGO, P. B.; CRILL, P. M.; da SILVA, A. D.; dos Santos, D. B.; OLIVEIRA, D. R. Soil physical, chemical, and biological properties under soybean cultivation and an adjacent rainforest in Amazonia. **Rev. Ambiente & Água**, vol. 10 n. 4, 2015, doi:10.4136/ambi-agua.1696.

BELDINI, T. P.; MCNABB, K. L. ; LOCKABY, B. G. ; SANCHEZ, F. G. NAVEGANTES, O. The effect of Amazonian Eucalyptus plantations on soil aggregates and organic matter density fractions. **Soil Use and Management**, v.26, p. 53-60, 2010. doi: 10.1111/j.1475-2743.2009.00248.x

BINI, D. **Bioindicadores de qualidade de solo em diferentes ecossistemas.** Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.75p.

BINI, D.; SANTOS, C.A.; CARMO, K.B.; KISHINO, N.; ANDRADE, G.; ZANGARO, W.; NOGUEIRA, M.A. Effects of land use on soil organic carbon and microbial processes associated with soil health in southern Brazil. **European Journal of Soil Biology** 55: 117-123, 2013.

BÓ, G. A.; BARUSELLI, P. S.; MAPLETOFT, R. J. **Técnicas de sincronização para aumentar a utilização de inseminação artificial na pecuária de corte e leiteira.** Anais da XXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões, Praia do Forte, 2013.

BÓ, G. A.; CUTAIA, L.; PERES, L. C.; PINCINATO, D.; MARAÑA, D.; BARUSELLI, P. S. Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of *Bos indicus* cattle. **Society of Reproduction and fertility supplement**, 64: 223-236, 2007.

BODDEY, R. M.; VICTORIA, R. L. Estimation of biological nitrogen fixation associated with *Brachiaria* and *Paspalum* grasses using ¹⁵N labelled organic matter and fertilizer. **Plant Soil**, 90:256-292, 1986.

BOWMAN, M. S.; SOARES – FILHO, B.S.; MERRY, F. B.; NEPSTAD, D. C.; RODRIGUES, H.; ALMEIDA, O. T. Persistence of cattle ranching in the Brazilian Amazon: a spatial analysis of rationale for beef production. **Land Use Policy**, v. 29, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mapas de cobertura dos biomas brasileiros.** Brasília, DF, 2010.

BRASIL. **Plano de Valorização Econômica da Amazônia.** 2011. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L5173.htm. Acesso em: 16/9/2012.

BRASILIA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. MAPA. **Projeções do agronegócio: Brasil 2013/2014 a 2023/2024.** ASSESSORIA DE GESTÃO ESTRATÉGICA. Brasília: MAPA, 2014, 122 p.

BROOKES, P. The soil microbial biomass: Concept, measurement, and applications in soil ecosystem research. **Microbes and Environments**, v. 16, n. 3, 131-140, 2001.

CAIRES, E. F. **Correção da acidez do solo em sistema de plantio direto.** Informações Agrônômicas n. 141, IPNI, Piracicaba, SP, 2013.

CANTARELLA, H. Nitrogênio = Nitrogen. p. 375-470. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo = Soil fertility.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, Brazil. (in Portuguese), 2007.

CARDOSO, E. J. B. N.; VASCONCELOS, R. L. F.; BINI, D.; MIYAUCHI, M. Y. H.; DOS SANTOS, C. A.; ALVES, P. R. L.; de PAULA, A. M.; NAKATANI, A. S.;

PEREIRA, J. M.; NOGUEIRA, M. A. Soil health: looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health? **Scientia Agricola**. V. 70, n. 4, p. 274-289, 2013.

CARRERO, G. C.; ALBUJA, G.; FRIZO, P.; HOFFMAN, E. C.; ALVES, C.; BEZERRA, C. S. **A cadeia produtiva de carne bovina no Amazonas**. IDESAM, Manaus, 2015.

CARVALHO, J. L. N.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C.; FEIGL, B. J.; PICCOLO, M. C.; GODINHO, V. P.; HERPIN, U. Changes of chemical properties in an Oxisols after clearing of native Cerrado vegetation for agricultural use in Vilhena, Rondonia state, Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.96, p. 95-102, 2007.

CARVALHO, P. C. de F.; ANGHINONI, I. KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P.; COSTA, S. E. V. G. de A.; SILVA, F. D. DA; ASSMAN, J. M.; LOPES, M. L. T.; PFEIFER, F. M.; CONTE, O.; SOUZA, E. D. de. **Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Boletim Técnico. 2011, 62 p.

CASTILHO, S. C. P. **Influência da transformação floresta – pastagem nos atributos do solo em área de agricultura familiar no oeste do estado do Pará**. Tese de doutorado, Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2014.

CASTRO, M. C. A. **Mobilização do trabalho na Amazônia: O Oeste do Pará entre grilos, latifúndios, cobiças e tensões**. Tese de Doutorado. USP. São Paulo, 2008.

CENCIANI, K.; LAMBAIS, M. R.; CERRI, C. C.; AZEVEDO, L. C. B.; FEIGL, B. J. Bacteria diversity and microbial biomass in forest, pasture and fallow soils in the southwestern Amazon basin. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 907-916, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000400015>

CERRI, C. E. P.; COLEMAN, K.; JENKINSON, D. S.; BERNOUX, M.; VICTORIA, R.; CERRI, C. C. Modeling soil carbon from forest and pasture ecosystems of Amazon, Brazil. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 67, 1879–1887, 2003.

CERRI, C. E. P.; PAUSTIAN, K.; BERNOUX, M.; VICTORIA, R. L.; MELLILO, J. M., CERRI, C. C. Modelling changes in soil organic matter in Amazon forest to pasture conversion, using the Century model. **Glob. Change Biol.** 10,815–832, 2004.

CLEVELAND, C. C.; TOWNSEND A. R.; SCHMIDT, S. K.; CONSTANCE, B. C. Soil microbial dynamics and biogeochemistry in tropical forests and pastures, southwestern Costa Rica. **Ecological Applications**, v. 13, n. 2, p. 314–326, 2003. [http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761\(2003\)013\[0314:SMDABI\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761(2003)013[0314:SMDABI]2.0.CO;2)

CONWAY, G. R. The properties of agroecosystems. **Agricultural Systems, Essex**, v. 24, n. 2, p. 95-117, 1987.

CÔRTEZ, J. C; D’ANTONA, A. O. **Urbanização do rural: mobilidade populacional e dinâmica do uso da terra em Santarém, Brasil**. V Congresso de Asociación Latinoamericana de Población. Montevideo, Uruguai, 2012.

COSER, T. R.; RAMOS, M. L. G.; FIGUEIREDO, C. C.; CARVALHO, A. M.; CAVALCANTE, E.; MOREIRA, M. K. R.; ARAÚJO, P. S. M.; OLIVEIRA, S. A. Soil microbiological properties and available nitrogen for corn in monoculture and intercropped with forage. **Pesq. Agropec. bras.**, Brasília, v.51, n.9, p.1660-1667, 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000900066.

CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; NOVOTNY, E. H.; PEREIRA FILHO, I. A.; SANTANA, D. P.; PEREIRA, F. T. F.; HERNANI, L. C. **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: Embrapa milho e sorgo. 2006. Disponível em <
<http://sistemasdereproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho?CultivodoMilho2ed/madireto.htm>.

CUNHA, A. S. (Coord). **Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos cerrados**. Brasília, DF:IPEA, 1994, 204 p.

DALL'AGNOL, R; ROSA-COSTA, L. T. A formação do continente amazônico. In: **Scientific América Brasil**. Coleção Amazônia. Ed. Duetto. P. 6-13. São Paulo. 2008.

DAVIDSON, E. A.; ISHIDA, F.Y.; NEPSTAD, D. C. Effects of an experimental drought on soil emissions of carbon dioxide, methane, nitrous oxide, and nitric oxide in a moist tropical forest. **Global Change Biology**, Oxford, v. 10, n. 5, p. 718-730, 2004.

DE MORAES, A.; DE FACCIÓ C. P. C.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S.B.C.; VALADÃO G. C. S.E.; KUNRATH, T.R. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. **Eur. J. Agron**, 2013.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4. Ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 215 p.

DINIZ, M. B.; OLIVEIRA JÚNIOR, J.N.; NETO, N. T.; DINIZ, M. J. T. Causas do desmatamento na Amazônia: uma aplicação do teste de causalidade de Granger acerca das principais fontes de desmatamento nos municípios da Amazônia Legal brasileira. **Nova Economia**: 19, n.1: 121-151, Belo Horizonte, 2009.

DORAN, J. W; SAFLEY, M. Defining and assessing soil health and sustainable productivity. p 1-28. In: CARDOSO, E. J. B. N et al. Soil health:looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soli health?. **Scientia Agricola**, v.70, n 4, p. 274-289,2013.

EL-HUSNY, J. C. **Avaliação de indicadores de qualidade de um latossolo amarelo, textura muito argilosa, em sistemas de integração lavoura-pecuária no município de Paragominas, Estado do Pará**. Tese Doutorado, Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém. 2010, 228f.

EMBRAPA. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Editores Técnicos. Balbino, I. c.; Barcellos, a. o.; Stone, I. f. Brasília, DF, 2011.

FALESI, I. C. **O solo da Amazônia e sua relação com a definição de sistemas de produção agrícola**. EMBRAPA, 1986.

FALESI, I. C.; BARBOSA, F. B. C.; LAU, H. D.; DIAS-FILHO, M. B.; BAENA, A. R. C.; **Modernização da pecuária como fator de desenvolvimento econômico e de preservação ambiental no estado do Pará**. Instituto de pesquisa aplicada em desenvolvimento econômico sustentável, 2009.

FAOSTAT (FAO, acesso em fevereiro de 2015). www.faostat.fao.org

FEARNSIDE, P. **A floresta amazônica nas mudanças globais**. Manaus: INPA. 2003, 134p.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazônica**, v. 36 (3), 2006.

FEARNSIDE, P. M. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. **Environmental Conservation**, 28, n. 01, 2011.

FENZL, N. Estudos de parâmetros capazes de dimensionar a sustentabilidade de um processo de desenvolvimento. *In: **Perspectivas do Desenvolvimento Sustentável*** (uma contribuição para a Amazônia 21). Tereza Ximenes (org). Belém: Universidade Federal do Pará. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, 1997.

FERREIRA, A. M. M.; SALATI, E. Forças de transformação do ecossistema amazônico. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, 2005.

FIERER, N.; JACKSON, R. B. The diversity and biogeography of soil bacterial communities. **Proc Natl Acad Sci USA**. 103:626–631, 2006.

FONSECA, D. M. da; SANTOS, M. E. R.; MARTUSCELLO, J. A. Adubação de pastagens no Brasil: uma análise crítica. *in: PEREIRA, O. G.; OBEID, J. A.; FONSECA, D. M. da; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do (ed.). **Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem***. Viçosa, 2008. P. 295-334.

FONTANELLA, B. J. B.; RICAS, J.; TURATO, E. R. Amostragem por saturação em pesquisas qualitativas em saúde: contribuições teóricas [Saturation sampling in qualitative health research: theoretical contributions]. **Cad saúde pública**, v. 24, n. 1, p. 17–27, 2008.

FOOD AGRIC. ORGAN. UN, GARG M.R. Balanced Feeding for Improving Livestock Productivity—**In crease in Milk Production and Nutrient Use Efficiency and Decrease in Methane Emission**. **Anim. Prod.** Health Pap. No. 173. Rome: Food Agric. Organ, 2012.

FRACETTO, G. G. M.; AZEVEDO, L. C. B.; FRACETTO, F. J. C.; ANDREOTE, F. D.; LAMBAIS, M. R.; PFENNING, L. H. Impact of Amazon land use on the community of soil fungi. **Scientia Agricola**, v. 70, n. 2, 2013.

FRANÇA, D. G. M.; SIANI, S. M. O.; MORAES, E. C. **Avaliação da correção atmosférica por FLAASH sobre cenas OLI Landsat-8**. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, João Pessoa, PB, 2015.

FRANCHINI, J. C.; CRISPINO, C. C.; SOUZA, R. A.; TORRES, E.; HUNGRIA, M. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil

management and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil & Tillage Research** 92, 18–29, 2007.

FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46, n.10, 2011.

GAMA, J. R. V. Ecossistemas amazônicos. In: **Estudos Integrativos da Amazônia-EIA**, São Paulo, Acquerello, 2010.

GAMA-RODRIGUES, E. F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Genesis, p.227-244, 1999.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; SANTOS, G. A. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **R. Bras. Ci. Solo**, 29:393-901, 2005.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. eds. **Fundamentos da material orgânica do solo ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre, Metrópole, p.159-170, 2008.

GLASER, B. G.; STRAUSS, A. L. **The discovery of grounded theory: strategies for qualitative theory**. Weidenfield & Nicolson, London, p. 1-19, 1967.

GREGORY, P. J. **Plant roots. Growth, activity and interaction with soils**. Oxford: Blackwell Publishing. 318 p, 2006.

GUANZIROLI, C. E. Reforma Agrária e Globalização da Economia – o caso do Brasil. Convênio INCRA/FAO, **Revista Econômica** n. 1. UFF, 2000.

HECHT, S.; COCKBURN, A. **The fate of the forest: developers, destroyers, and defenders of the amazon**. University of Chicago Press, 2011.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; TEIXEIRA, L. M.; CARNEIRO, V. M. C.; SILVA, R. P.; LIMA, A. J. N.; PINTO, A. C. M.; ROCHA, R. M.; TRIBUZY, E. S. Caracterização da Amazônia e suas potencialidades. 2004. In: M.I.G. Higuchi; N. Higuchi. (Org.). **A floresta amazônica e suas múltiplas dimensões: uma proposta de educação ambiental**. Manaus, AM: Niro Higuchi, v. 1, p. 1-15.

HOMMA, A. K. **História da agricultura na Amazônia: da era pré-colombiana ao terceiro milênio**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 274 p.

HOMMA, A. K; COSTA, N. A.; GARCIA, A. R.; dos Santos, J. C. **Linha do tempo do Baixo Amazonas Paraense: (RE) Territorialização de um espaço de várzeas**. Belém, Pará: Embrapa Amazônia Oriental, 2010.

IDOWU, O. J.; VAN, E. S.; ABAWI, G. S. ; WOLFE, D. W.; BALL, J. I. ;GUGINO, B. K.; MOEBIUS, B. N.; SCHINDELBECK, R. R.; BILGILI, A. V. Farmer – oriented

assessment of soil quality using field, laboratory, and VNIR spectroscopy methods. **Plant soil** 307, p. 243-253, 2008.

IMAZON. **Desmatamento e degradação florestal em Monte Alegre, Pará. 2000-2013**, 2014.

IZQUIERDO, I.; CARAVACA, F.; ALGUACIL, M. M.; HERNÁNDEZ, G.; ROLDÁN, A. Use of microbiological indicators for evaluating success in soil restoration after revegetation of a mining area under subtropical conditions. **Applied Soil Ecology** 30: 3-10, 2005.

JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: Paul, E.A., Ladd, J.N. (Eds.), **Soil Biochemistry**, vol 5. Dekker, New York, pp. 415–471, 1981.

JESUS, E. C.; MARSH, T. L.; TIEDJE, J. M.; MOREIRA, F. M. S. Changes in land use alter the structure of bacterial communities in Western Amazon soils. **ISME Journal**, v. 3, p.1004-1011, 2009. <http://dx.doi.org/10.1038/ismej.2009.47>

JOERGENSEN, R. G.; BROOKES, P. C. Ninhydrin-reactive nitrogen measurements of microbial biomass in 0,5 M K₂SO₄ extracts. **Soil Biol. Biochm.** 22: 1023- 1027, 1990.

JONES, D. Rhizosphere processes. Capítulo 15. P. 289, 2002. In: **Trees, crops and soil fertility: concepts and research methods**. CABI International.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. In: DODGE, D. P. **Proceedings of International Large River Symposium**. Can. Spec.Public. Fish. Aquatic. Sci. 106, p. 110-27, 1989.

KAIMOWITZ, D.; MERTENS, B.; WUNDER, S. e PACHECO, P. "**Hamburger Connection Fuels Amazon Destruction**". Bangor, Indonesia, Center for International Forest Research, 2004.

KASCHUK, G. et al. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology and Biochemistry**, v.42, p.113, 2010. doi:10.1016/j.soilbio.2009.08.020

KELLY, B.; ALLAN, C.; WILSON, B. P. Soil indicators and their use by farmers in the Billabong Catchment, southern New South Wales. **Australian Journal of Soil Research** 47: 234-242, 2009.

KILLEN, T. J. **A perfect storm in the Amazon Wilderness, Development and conservation in the context of the initiative for integration of the regional infrastructure of South America (IIRSA)**, Conservation International, 2007.

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A.R.; TEIXEIRA, S.M.; OLIVEIRA, E. T. de. **Renovação de pastagens do cerrado com arroz: I. Sistema Barreirão**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1991. 20p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 33).

KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. **Análise de silício no solo, planta e fertilizante**. GPSi – ICIAG – UFU. Boletim Técnico, 02. Uberlândia, 2004. 50p.

LANG, C. R.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; SULC, M. R.; CARVALHO, P. C. F.; LOPES, E. C. P. Integração Lavoura – Pecuária: Eficiência de uso de nitrogênio na cultura do milho. **Revista Scientia Agrária** 12, 787, 2011.

LAPOLA, M. D.; MARTINELLI, A. L.; PERES, A. C.; OMETTO, P. H. B. J.; FERREIRA, E. M.; NOBRE, A. C.; AGUIAR, D. P. A.; BUSTAMANTE, M. C. M.; CARDOSO, F. M.; COSTA, H. C.; JOLY, A. C.; LEITE, C. C.; MOUTINHO, P.; SAMPAIO, G.; STRASSBURG, B. N. B. B.; VIEIRA, C. G. I. Pervasive transition of the brasilian land – use system. **Nature Climate Change**, V.4, 2014.

LATORRE, M.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; CARVALHO, A. P. F.; SHIMABUKURO, Y. E. Correção atmosférica: conceitos e fundamentos. **Revista Espaço e Geografia**, vol. 5, nº.1, 2002.

LOPES, A. S.; GUIDOLIN, J. A. **Interpretações de análise de solos: conceitos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: ANDA, 1989. 64p.

LOPES, B. A. G. **Ecoeficiência na agropecuária: uma aplicação de Análise Envoltória de Dados** - DEA nos municípios brasileiros da região norte. 2014. 183 f.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; BEUTLER, S. G.; PERIN, A.; dos ANJOS, L. H. C. Densidade e fertilidade do solo sob sistemas de plantio direto e de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Rev. Cienc. Agrar**, v. 55, n. 4, p. 260-268, 2012.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; dos ANJOS, L. H. C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura - pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46: 1269-1276, 2011.

LOUREIRO, V. R. Introdução aos estudos amazônicos. In: **Estudos Integrativos da Amazônia-EIA**, São Paulo, Acquerello,2010.

LOUREIRO, V. R.; PINTO, J. N. A. A questão fundiária na Amazônia. Estudos Avançados. **Dossiê Amazônia Brasileira II**, v. 19, n. 54, 2005.

LOURENÇO JÚNIOR, J. de B.; GARCIA, A. S. **Panorama da bubalinocultura na Amazônia**. Embrapa, 2008.

LUI, G. H. A história da interação homem- ambiente na Amazônia. In: **Estudos Integrativos da Amazônia-EIA**, São Paulo, Acquerello,2012.

LUIZAO, R. C. C.; BONDE, T. A.; ROSSWALL, T. Seasonal variation of soil microbial biomass – the effects of clearfelling a tropical rainforest and establishment of pasture in the central amazon. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 24, n.8, p.805-813, 1992. [http://dx.doi.org/10.1016/0038-0717\(92\)90256-W](http://dx.doi.org/10.1016/0038-0717(92)90256-W)

LUIZAO, R. C. C.; LUIZAO, F. J.; PAIVA, R. Q.; MONTEIRO, T. F.; SOUSA, L. F.; KRUIJT, B. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a Central Amazonian forest. **Global Change Biology** 10(5):592 – 600, 2004.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38: 133-146, 2009.

MACEDO, M. N.; DEFRIES, R. S.; MORTON, D. C.; STICKLER, C. M.; GALFORD, G. L.; SHIMABUKURO, Y. E. **Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s**. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 2012.

MacGRATH, D. G. Biosfera ou Biodiversidade: uma avaliação crítica do paradigma da biodiversidade. In: -----**Perspectivas do Desenvolvimento Sustentável** (uma contribuição para a Amazônia 21). Tereza Ximenes (org). Belém: Universidade Federal do Pará. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, 1997.

MacGRATH, D. G.; de CASTRO, F.; FUTTEMA, C.; AMARAL, B. D.; CALABRIA, J. Fisheries and the evolution of resources management on the lower Amazon floodplain. **Human Ecology**, v. 21, n. 2, 1993.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Cacau/18RO/App_ABC.pdf. Acesso em 05/11/2013.

MARGULIS, S. **Causes of deforestation of the Brazilian Amazon**. *World Bank Working Paper Series*. p. 100. 2003.

MARSCHNER, P.; MARINO, W.; LIEBEREI, R. Seasonal effects on microorganisms in the rhizosphere of two tropical plants in a polyculture agroforestry system in Central Amazonia, Brazil. **Biology Fertility of Soils**, v. 35, p. 68-71, 2002. <http://dx.doi.org/10.1007/s00374-001-0435-3>

MARTINELLI et al. Nitrogen stable isotopic composition of leaves and soil: Tropical versus temperate forests. **Biogeochemistry, Dordrecht**, v. 46, n. 1/3, p. 45-65, Jul. 1999.

MATOSO, S. C. G.; da SILVA, A. N.; FIORELLI-PEREIRA, E. C.; COLLETA, Q. P.; MAIA, E. Frações de carbono e nitrogênio de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico sob diferentes usos na Amazônia brasileira. **Acta Amazônica**, vol. 42(2), p. 231 – 240, 2012.

McDANIEL, M. D.; TIEMANN, L. K.; GRANDY, A. S. Does agricultural crop diversity enhance soil microbial biomass and organic matter dynamics? A meta-analysis. **Ecological Applications**, 24(3), p. 560–570, 2014.

MENDES, I DE C.; CUNHA, M. H.; REIS JÚNIOR, F. B.; FERNANDES, M. F.; CHAER, G. M.; MERCANTE, F. M.; ZILLI, J. E. **Bioindicadores para a avaliação da qualidade dos solos tropicais: utopia ou realidade?** Documentos 246. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2009.

MINERVINO, A. H. H., CARDOSO, E. C., ORTOLANI, E. L. Características do sistema produtivo da pecuária no município de Santarém, Pará. **Acta Amazônica**, 38(1):11-16, 2008.

MINERVINO, A. H. H.; RIBEIRO, LOBATO, H. F.; BARRÊTO JÚNIOR, ALVES, R.; ANTONELLI, A. C.; ORTOLANI, E. L. **Eficiência reprodutiva de animais da raça Nelore puros de origem (p.o.) na Amazônia**. In: 6^o Conferencia Sul-Americana de Medicina Veterinária. Rio de Janeiro. Revista da Universidade Rural - Série Ciências da Vida. Seropédica - RJ, v. 26. p. 477-478, 2006.

MORAINE, M.; GRIMALDI, J.; MURGUE, C.; DURU, M.; THEROND, O. Co-design and assessment of cropping systems for developing crop-livestock integration at the territory level. **Agricultural Systems**, v.147, 2016.

MORTON, D.; DEFRIES, R. S.; SHIMABUKURO, Y. E.; ANDERSON, L. O.; ESPIRITO-SANTO, F.; FREITAS, R. M.; MORISETTE, J. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** (On line), v. 103, p. 14637-14641, 2006.

MOUTINHO, Paulo. Desmatamento Tropical e Mudança Climática. 2006. Disponível em: <http://www.socioambiental.org/esp/desmatamento/site/mudancas_climaticas/artigo_marcio_santilli_etc>. Acesso em: 16 mar. 2010.

MUSTARD, F. J.; DEFRIES, S. R.; FISHERS, T.; MORAN, E. **Land use and cover change pathways and impacts**. Kluwer Netherlands, 2004.

NARDOTO, G. B. **Abundância natural de 15N na Amazônia e Cerrado – implicações para a ciclagem de nitrogênio**. 100 p. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) –Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz –ESALQ/USP, Piracicaba, 2005.

NEILL, C.; PICCOLO, M. C.; MELILLO, J. M.; STEUDLER, P. A.; CERRI, C. C. Nitrogen dynamics in Amazon forest and pasture soils measured by 15N pool dilution. **Soil Biol. Biochem**, 31, 567–572, 1999.

NEILL, C.; FRY, B.; MELILLO, J. M.; STEUDLER, P. A.; MORAES, J. F. L.; CERRI, C. C. Forest- and pasture-derived carbon contributions to carbon stocks and microbial respiration of tropical pasture soils. **Oecologia**, 107, 113–119, 1996.

NEILL, C.; PICCOLO, M. C.; CERRI, C. C.; STEUDLER, P. A.; MELILLO, J. M.; BRITO, M. Net nitrogen mineralization and net nitrification rates in soils following deforestation for pasture across the southwestern Brazilian Amazon Basin landscape. **Oecologia**, 110, 243–252, 1997.

NEILL, C.; PICCOLO, M. C.; CERRI, C. C.; STEUDLER, P. A.; MELILLO, J. M. Soil solution nitrogen losses during clearing of lowland Amazon forest for pasture. **Plant and Soil**, 281:233–245, 2006. DOI 10.1007/s11104-005-4435-1.

NEILL, C.; PICCOLO, M. C.; STEUDLER, P. A.; MELILLO, J. M.; FEIGL, B.; CERRI, C. C. Nitrogen dynamics in soils of forests and active pastures in the western Brazilian Amazon Basin. **Soil Biology & Biochemistry**, 27, 1167–1175, 1995.

NEPSTAD, D. C.; STICKLER, C. M.; ALMEIDA, O. T. Globalization of the Amazon soy and beef industries: Opportunities for conservation. **Conser. Biol.** 20, 1595 – 1603, 2006.

NEPSTAD, D. C.; STICKLER, C. M.; FILHO, B. S. MERRY, F. Interactions among Amazon land use, forest and climate: Prospects for a near-term forest tipping point. **Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.** 363, 2008.

NEPSTAD, D.; FILHO, B. S.; MERRY, F.; LIMA, A.; MOUTINHO, P.; CARTER, J.; BOWMAN, M.; CATTANEO, A.; RODRUGUES, H.; SCHWARTZMAN, S.; MacGRATH, D. G.; STICKLER, C. M.; LUBOWSKI, R.; PIRIS-CABEZAS, P.; RIVERO, S.; ALENCAR, A.; ORIANA, A.; STELLA, O. The End of Deforestation in the Brazilian Amazon. **Science**, v. 326, 2009.

NEPSTAD, D.; MacGRATH, D.; STICKLER, C. M.; ALENCAR, A.; AZEVEDO, A.; SWETTE, B.; BEZERRA, T.; DIGIANO, M.; SHIMADA, J.; MOTA, R. S.; ARMIJO, E.; CASTELLO, L.; BRANDO, P.; HANSEN, M. C.; MACGRATH-HORN, M.; CARVALHO, O.; HESS, L. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. **Science**, 344, 1118, 2014.

NEVES, K. A. L.; CARDOSO, D. A.; CASTRO, S. R. S.; PACHECO, A.; BELDINI, T. P.; NEVES, A. C.; BARUSELLI, P.S.; XIMENES, T.; VALE, W. G. Pregnancy Rates in Timed Artificial Insemination in Nelore Cows (*Bos Taurus Indicus*) Using Estradiol Benzoate or Estradiol Cipionate as Ovulation Inducers Associated With eCG or **IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR - JAVS)**, v. 9, p. 73-76, 2016.

NEVES, K. A. L.; XIMENES, T.; MARTINEZ, B. G.; MORINI, A. C.; MINERVINO, A. H. H.; VALE, W. G. A pecuária na amazônia: a busca por um modelo sustentável. **Papers do NAEA (UFPA)**, v. 330, p. 1-19-19, 2014.

OLIVEIRA, R. C.; ALMEIDA, E.; FREGUGLIA, R. S.; BARRETO, R. C. S. Desmatamento e crescimento econômico no Brasil: uma análise da Curva de Kuznets Ambiental para a Amazônia Legal. **RESR**, Piracicaba, SP, v.49, n.3, p. 709-740, 2011.

OLIVEIRA, W. R. D.; RAMOS, M. L. G.; CARVALHO, A. M.; COSER, T. R.; SILVA, A. M.; LACERDA, M. M.; SOUZA, K. W.; MARCHÃO, R. L.; VILELLA, L.; PULRONILK, K.. Dynamics of soil microbiological attributes under integrated production systems, continuous pasture, and native Cerrado. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.51, n.9, p.1501-1510, 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000900049

PEREIRA, J. L. Análise de cenários: balanço da economia de Santarém (Pará) em 2003. **Revista Via Amazônica**, ed. 09.01.2004.

PICCOLO, M. C.; NEILL, C.; CERRI, C. C. Net nitrogen mineralization and net nitrification along a tropical forest-to-pasture chronosequence. **Plant and Soil**, 162, 61–70, 1994.

PIERZYNSKI, G. M.; WESTERMANN, D. T.; CABRERA, M. L.; POWELL, J. M.; DANIEL, T. C. **Phosphorus, agriculture and the environment**. Madison; American Society of Agronomy, p. 53-86, 2005.

PIKETTY, M. G.; VEIGA, J. B.; TOURRAND, J. F.; ALVES, A. M. N.; CHAPUIS, R. P.; THALES, M. 2005. Determinantes da expansão da pecuária na Amazônia Oriental: consequências para as políticas públicas. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, 22, n. 1: 221-234.

POWLSON, D. S.; BROOKES, P. C.; CHRISTENSEN, B. T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. **Soil Biology & Biochemistry** 19, 159-164, 1987.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação de fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 2001, 285p.

RAISG. **Amazônia sob pressão**. 68 pags. (www.raisg.socioambiental.org), 2012.

REIS, V.M.; TEIXEIRA, K.R.S. Fixação biológica de nitrogênio - estado da arte. In: Aquino AM, Assis RL, editores. **Processos biológicos no sistema solo-planta: Ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. p.151-80, 2006.

RIBEIRO, R. J. C.; BAPTISTA, G. M. M.; BIAS, E. S. **Comparação dos métodos de classificação supervisionada de imagem Máxima Verossimilhança e Redes Neurais em ambiente urbano**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, SC, 2007.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; AVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova economia**, vol.19, n.1, 2009.

ROBERTSON, G. P.; GROFFMAN, P. M. **Nitrogen Transformations**. P. 341-364, 2007. IN: **Soil microbiology, ecology, and biochemistry** / editor, Eldor A. Paul. — 3rd ed, Academic Press, Oxford, RU, 535 p.

RODRIGUES, A. S. L.; EWERS, R. M.; PARRY, L.; SOUZA JR, C.; VERÍSSIMO, A.; BALMFORD, A. 2009. Boom-and-bust development patterns across the Amazon deforestation frontier. **Science**. 324: 1435.

SACHS, I. **Desenvolvimento incluyente, sustentável sustentado**. Ed. Garamond Ltda, Rio de Janeiro, 2004.

SALES, J. N. S.; NEVES, K. A. L.; SOUZA, A. H.; CREPALDI, G. A.; SALA, R. V.; FOSADO, M.; CAMPOS FILHO, E. P.; de FARIA, M.; SÁ FILHO, M. F.; BARUSELLI, P. S. Timing of insemination and fertility in dairy and beef cattle receiving timed artificial insemination using sex-sorted sperm. **Theriogenology**, v. 76, p. 427-435, 2011.

SALTON, J. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACHADO, L. A. Z.; OLIVEIRA, H. Pastoreio de aveia e compactação do solo. **R. Plantio Direto**, 69:32-34, 2002.

SANCHEZ, P. A.; LOGAN, T. J. Myths and Science about the Chemistry and Fertility of Soils in the Tropics. **SSSA Special publication**, n. 29, 2007.

SANTANA, A.C.; SANTANA, A. L. Análise sistêmica sobre a formação e distribuição geográfica de aglomerados produtivos no Estado do Pará. IN: **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento** / Banco da Amazônia. v. 1, n. 2, 2006.

SANTO, E. E.; ALVES, S. B. V.; TRECENTI, R. **Plano Nacional para uma Agricultura de Baixo Carbono–Plano ABC**: análise financeira de modelos típicos de produção com e sem adoção de práticas de baixo carbono. Brasília, DF: *SENAR*. 53p, 2013.

SANTOS, D.; PEREIRA, D.; VERÍSSIMO, A. **O Estado da Amazônia**: uso da terra. Belém: Imazon, 2012. 70p.

SANTOS, G. E. O. **Cálculo amostral**: calculadora on-line. Disponível em: <<http://www.calculoamostral.vai.la>>. Acesso em: 20/05/2016.

SCHMIDT-BLEEK, F. **Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS – Das Maß für ökologisches wirtschaften**. Berlin, Basel, Boston, Birkhause, 1994.

SCHWARTZMAN, S.; ALENCAR, A.; ZARIN, H.; SANTOS SOUZA, A. P. Social movements and large – scale tropical forest protection on the Amazon frontier: Conservation from chãos. **J. Environ. Dev.** V. 19, 2010.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E FINANÇAS; INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ. **Estatística municipal**, 2011.

SILVA, I.R.; SÁ MENDONÇA, E. Matéria orgânica do solo = Soil organic matter. p. 275-374. In: Novais, R.F.; Alvarez, V.H.; Barros, N.F.; Fontes, R.L.F.; Cantarutti, R.B.; Neves, J.C., eds. **Fertilidade do solo** = Soil fertility. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, Brazil (in Portuguese), 2007.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F.; ALVES JÚNIOR, J.; da SILVA, J. G. Efeitos do manejo do solo sob plantio direto e de culturas na densidade e porosidade de um latossolo. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 53-59, 2008.

SILVER, W. L.; JASON, N.; MCGRODDY, M.; VELDKAMP, E.; KELLER, M.; COSME, R. Effects of soil texture on belowground carbon and nutrient storage in a lowland Amazonian forest ecosystem. **Ecosystems**, 3, 193–209, 2000.

SIOLI, H. **Amazônia**: Fundamentos da Ecologia da maior região de florestas tropicais. 3ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Vozes, 1991.

SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção = Soil acidity and its correction. p. 205-275. In: Novais, R.F.; Alvarez, V.H.; Barros, N.F.; Fontes, R.L.F.; Cantarutti, R.B.; Neves, J.C. **Fertilidade do solo** = Soil fertility. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, Brazil (in Portuguese), 2007.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P. DOS; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33: 129-136, 2009.

- STABILE, M. C. C.; SIMÕES, C. G.; AZEVEDO, A. A.; WOLDMAR, R. **Oportunidades da Intensificação da Bovinocultura de Corte em Mato Grosso**. IPAM. Brasília-DF, 2016.
- STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M.; de HAN, C. **Livestock, s long shadow:invironmental issues and options**. Roma, Itália: FAO, 2006.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal** - 3ª edição. Sinauer, 2009.
- TELLES, E. D. C. C.; de CAMARGO, P. B.; MARTINELLI, L. A.; TRUMBORE, S. E.; COSTA, E. S. D.; SANTOS, J. Influence of soil texture on carbon dynamics and storage potential in tropical forest soils of Amazonia. **Global Biogeochemical Cycles**, 17, 1040–1051, 2003.
- TIEMANN, L. K.; GRANDY, A. S.; ATKINSON, E. E.; MARIN-SPIOTTA, E.; McDANIEL, M. D. Crop rotational diversity enhances belowground communities and functions in an agroecosystem. **Ecology Letters**, (2015) 18: 761–771, 2015.
- VALE, W. G.; MELO, P. C. H.; WALTER, E.; RIBEIRO, H. F. L.; ROLIM-FILHO, S. T.; REIS, A. N.; SOUSA, J. S.; SILVA, A. O. A. Fixed timed artificial insemination (FTAI) through the progesterone (CIDR) of 1st, 2nd, 3rd, 4th uses in bovine. I. Conception rate related to reproductive category, related to body condition scoring (BCS), related to calf withdrawal and use of eCG. **Livestock Research for Rural Development**, v. 23, n.10, article 205, p. 1-10. 2011.
- VALE, W. G.; MINERVINO, A. H. H.; NEVES, K. A. L.; MORINI, A. C.; COELHO, L. A. P. Buffalo in threat in Amazon valley. **Buffalo Bulletin**, v. 32, p. 121-131, 2013.
- VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extractive method for measuring soil microbial biomass **C. Soil Biology and Biochemistry**, 19: 703-707, 1987.
- VEIGA, J. B. da; ALVES, C.P.; MARQUES, L.C.T.; VEIGA, D.F. da. **Sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 62p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 56).
- VEIGA, J. B. da; TOURRAND, J. F. **Pastagens cultivadas na Amazônia brasileira: situação atual e perspectivas**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. 36 p. (Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 83), 2001.
- VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; MARCHÃO, R.L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; BARIONI, L.G.; BARCELLOS, A. DE O. Integração lavoura-pecuária. In: FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A.L. de. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília: *Embrapa Informação Tecnológica*. 931-962, 2008.
- WARDLE, D. A. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soils. **Biological Reviews**, v. 67, 321-358, 1992.

WEIZÄCKER, E. U. **Erdpolitik. Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Wmwelt.** Darmstadt, 1992.

WEST, T. O.; POST, W. M. Soil Organic Carbon Sequestration by Tillage and Crop Rotation: A Global Data Analysis. **Soil Science Society of America Journal** 66(6):1930-1946, 2002.

WILKINS, R. J. Eco-efficient approaches to land management: a case for increased integration of crop and animal production systems. **Philosophical Transactions of Royal Society B – Biological Sciences**, London, v. 363, n. 1491, p. 517 – 525, 2008.

XIMENES, T. Uma oportunidade de análise do desenvolvimento sustentável – a pecuária no Marajó. In: **Perspectivas do Desenvolvimento Sustentável** (uma contribuição para a Amazônia 21). Tereza Ximenes (org). Belém: Universidade Federal do Pará. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, 1997.

APENDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ - UFOPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DOUTORADO SOCIEDADE, NATUREZA E
DESENVOLVIMENTO



Eu,....., concordo em participar da pesquisa realizada pelo doutorando Kedson Alessandri Lobo Neves, e sob orientação do prof. Dr. Willian Gomes Vale, ambas da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), sobre o tema “Pecuária na Amazônia e o desafio da sustentabilidade” respondendo ao questionário que se segue e participando de entrevista. Estou ciente de que a participação nesta pesquisa não implica em qualquer vínculo com a UFOPA, bem como não acarretará qualquer ônus aos participantes.

Meu consentimento é baseado na garantia de que minha identidade será preservada e nenhuma informação confidencial será divulgada. Assim, concordo que:

- Fui informado de que as informações obtidas serão utilizadas somente para essa pesquisa;
- É garantido que meu nome não aparecerá, ficando em segredo as informações concedidas. Somente o pesquisador terá acesso as informações registradas e estas serão destruídas após o prazo de cinco anos;
- A pesquisa não trará nem um risco físico a minha saúde;
- As entrevistas serão realizadas em local reservado e poderei deixar de responder a qualquer pergunta no momento que me convier, sem prejuízo;
- Poderei deixar este estudo a qualquer momento sem nenhuma penalidade;
- Não terei despesas pessoais em qualquer fase do estudo, também não receberei pagamento por minha participação.

Santarém, _____ de _____ de 201____.

Assinatura do participante da pesquisa

Kedson Alessandri Lobo Neves
Responsável pela pesquisa

Informações para contato:
UFOPA , Av. Vera Paz s/n, Bairro Salé, Santarém-PA

APENDICE B - ROTEIRO DE ENTREVISTA

Entrevistador:..... Data:.....

Informante:.....

1 – LOCALIZAÇÃO E INFORMAÇÕES GERAIS:

Nome da Fazenda:

Região:..... Município:.....

Estrada/Rodovia:.....Comunidade:.....

Acesso: **verão** () difícil () fácil

Inverno () difícil () fácil

Posse da terra: () Com título () Sem título.

Mão-de-obra/nº: Contratada () Familiar ()

Nível de instrução da pessoa responsável pelas decisões:.....

2 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DA PROPRIEDADE:

Água: **Fonte/Origem:**.....

Fornecimento aos animais:

() **Bebedouros** () **Fontes naturais**

Características gerais do solo sob pastagem

Tipo de solo	ha	%
Terra roxa		
Terra mista amarela		
Terra mista arenosa		
Terra branca de areia		
Terra mista areia preta		
Barro amarelo		
Barro vermelho		
Outras, qual?		

Já fez Análise de Solo? () Sim () Não pH

Data da última Análise:..... (Se possível anexar ao questionário)

Faz ou fez calagem dos pastos? () Sim () Não Com que freqüência?.....

Faz adubação das pastagens? () Sim () Não Com que freqüência?

3 – PASTAGENS E FORRAGEIRAS

Ano de início do 1º pasto no estabelecimento:

Principal vegetação derrubada para formação de pastagem:

() Mata () Juquira (pastagem) () Capoeira (de roça)

Queima a vegetação derrubada? () Sim () Não

Qual(is) a(s) principal(is) forrageira(s) utilizada(s) na propriedade:

Nome da Forragem	Média da área (ha)	Nº cabeças/ha

Principal material de propagação: () Semente () Muda

Comportamento das pastagens na Fazenda: () Ruim () Regular () Bom () Ótimo

Qual o sistema de pastejo? () Rotacionado () Contínuo

São as Pastagens periodicamente queimadas? () Sim () Não

Principais problemas de pastagem na região: Numere conforme a ordem de importância

() Cigarrinha () Juquira () Baixa fertilidade do solo

() Fogo () Superpastejo () Capim inadequado

() Seca () Subpastejo () Intoxicação por ervas

() Outros

Suplementação alimentar utilizada () sim () não

Se sim, qual?

() Capineira () Silagem () Leguminosas () Ração () Subprodutos

Aduba as áreas de cultivo de volumosos suplementares? () Sim () Não

4. REBANHO

Tem Veterinário/Agrônomo/Zootecnista Contratado? () Sim () Não

SE NÃO, ENTÃO A ASSISTENCIA É FEITA POR: vaqueiros () proprietário ()

Finalidade da Criação: () Cria () Corte () Leite () Dupla finalidade, qual?

Principal(is) raça(s) utilizada(s):

Raça	(%)

REPRODUÇÃO:

Tipo de Reprodução

() Monta Natural () Monta Controlada

Utiliza biotecnologia? () sim () não

Se sim, especificar () Inseminação Artificial () IATF () FIV

SANIDADE DO REBANHO

Vacina usada	Sim	Não	Época
Febre Aftosa			
Brucelose			
Raiva			
Carbúnculo Sintomático			

MINERALIZAÇÃO DO REBANHO

O que acha da resposta animal à suplementação mineral do rebanho?

() Aumenta () Diminui () Tanto faz

Já faz suplementação em seu rebanho? Sim () Não ()

Faz a suplementação dos animais divididos em categorias? Sim () Não ()

Se sim, marque a opção o quadro a baixo:

Sal Mineral (combinações)	
Só Sal comum (NaCl)	
Sal + Micronutrientes	
Sal + Micronutrientes + Macronutrientes	
Sal Mineral + Uréia	

Faz a suplementação dos animais divididos em categorias? Sim () Não ()

O fornecimento de minerais ao gado é feito em cochos? Sim () Não ()

Se sim, complemento: () Cocho coberto () Cocho descoberto
() Cocho c/ proteção lateral () Cocho s/ proteção lateral

Quanto à administração do sal:

() A vontade o tempo todo
() A vontade apenas.....dia(s)
() Restringido o tempo todo
() Restringido apenas.....dia(s)

5 - SISTEMA DE PRODUÇÃO

Utiliza que tipo de áreas?

() Terra-Firme () Várzea () Ambas

Quanto tempo em cada área?

..... meses na Terra-firme durante (período do ano)

..... meses na Várzea durante (período do ano)

Faz mineralização do rebanho na várzea? ()Sim ()Não

Quanto à administração do sal:

() A vontade () Restrito

6 PERSPECTIVAS SOBRE A PRODUÇÃO

Deseja aumentar a produção () sim () não

Como?

() Diminuindo os custos
() Investindo na propriedade
() Financiamento externo
() Recursos próprios
() Parcerias com cooperativas e associações

SOBRE AS TECNOLOGIAS

Você é favorável à novas tecnologias de criação

- Totalmente
- Com restrição
- Não Acredita

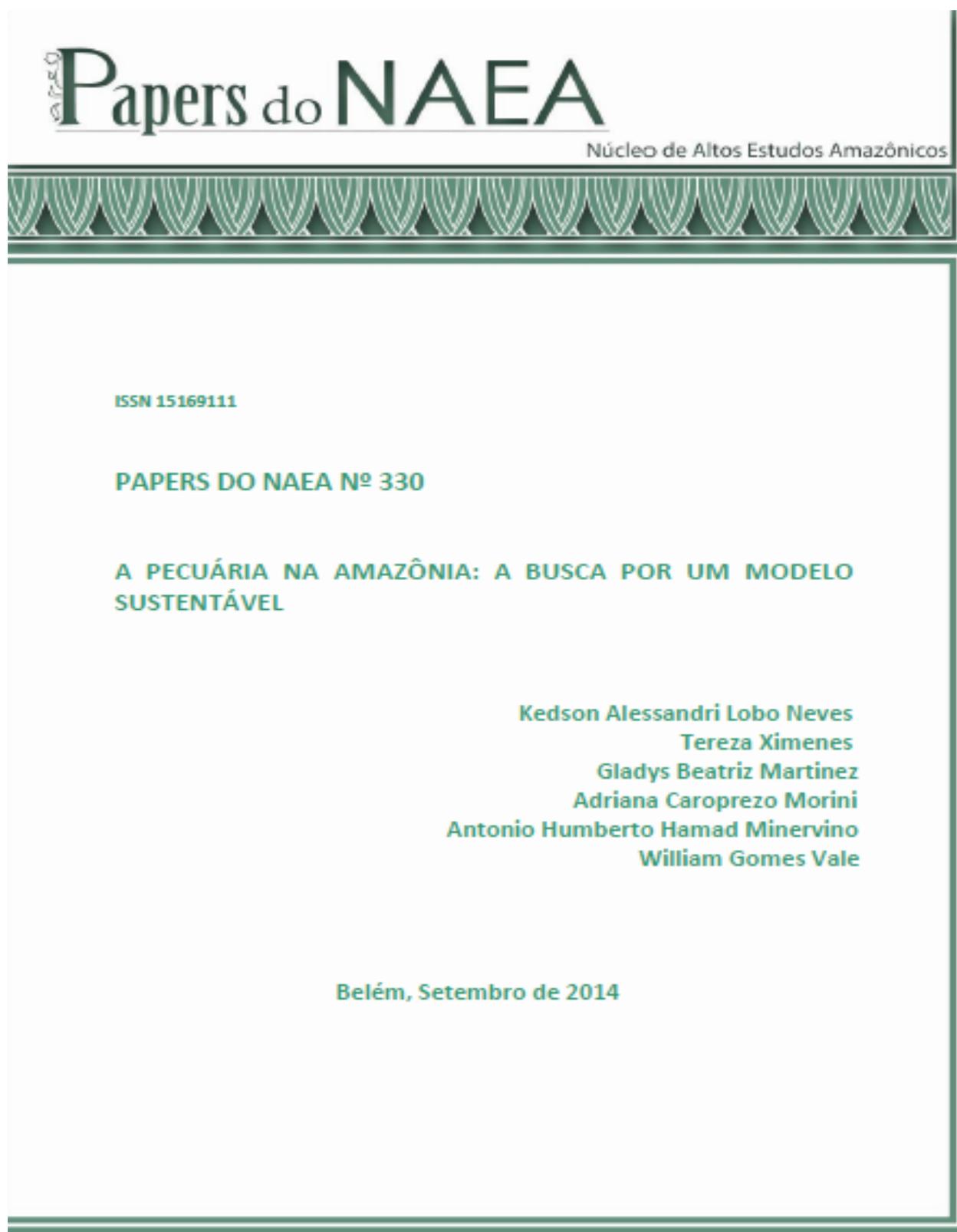
QUAL A PRINCIPAL DIFICULDADES PARA IMPLANTAR AS TECNOLOGIAS ?

- custo
- assiste. Técnica
- Falta de informação
- outros

COMENTE SOBRE SUA ATIVIDADE PECUÁRIA

APENDICE C - ARTIGOS ORIUNDOS DA TESE PUBLICADO EM PERIÓDICOS

1 – Publicado em Papers do NAEA



O Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA) é uma das unidades acadêmicas da Universidade Federal do Pará (UFPA). Fundado em 1973, com sede em Belém, Pará, Brasil, o NAEA tem como objetivos fundamentais o ensino em nível de pós-graduação, visando em particular a identificação, a descrição, a análise, a interpretação e o auxílio na solução dos problemas regionais amazônicos; a pesquisa em assuntos de natureza socioeconômica relacionados com a região; a intervenção na realidade amazônica, por meio de programas e projetos de extensão universitária; e a difusão de informação, por meio da elaboração, do processamento e da divulgação dos conhecimentos científicos e técnicos disponíveis sobre a região. O NAEA desenvolve trabalhos priorizando a interação entre o ensino, a pesquisa e a extensão.

Com uma proposta interdisciplinar, o NAEA realiza seus cursos de acordo com uma metodologia que abrange a observação dos processos sociais, numa perspectiva voltada à sustentabilidade e ao desenvolvimento regional na Amazônia.

A proposta da interdisciplinaridade também permite que os pesquisadores prestem consultorias a órgãos do Estado e a entidades da sociedade civil, sobre temas de maior complexidade, mas que são amplamente discutidos no âmbito da academia.

Papers do NAEA - Papers do NAEA - Com o objetivo de divulgar de forma mais rápida o produto das pesquisas realizadas no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA) e também os estudos oriundos de parcerias institucionais nacionais e internacionais, os Papers do NAEA publicam textos de professores, alunos, pesquisadores associados ao Núcleo e convidados para submetê-los a uma discussão ampliada e que possibilite aos autores um contato maior com a comunidade acadêmica.



Universidade Federal do Pará

Reitor

Carlos Edilson de Almeida Manseschy

Vice-reitor

Horacio Schneider

Pró-reitor de Pesquisa e Pós-graduação

Emmanuel Zagury Tourinho

Núcleo de Altos Estudos Amazônicos

Diretor

Durbens Martins Nascimento

Diretor Adjunto

Ana Paula Vidal Bastos

Coordenador de Comunicação e Difusão

Científica

Silvío Lima Figueiredo

Conselho editorial do NAEA

Profa. Dra. Ana Paula Vidal Bastos

Prof. Dr. Armin Mathis – NAEA/UFPA

Prof. Dr. Durbens Martins Nascimento –

NAEA/UFPA

Profa. Dra. Edna Castro – NAEA/UFPA

Prof. Dr. Fábio Carlos da Silva – NAEA/UFPA

Prof. Dr. Francisco Costa – NAEA/UFPA

Prof. Dr. Luis Eduardo Aragón Vaca –

NAEA/UFPA

Prof. Dr. Silvío Lima Figueiredo – NAEA/UFPA

Setor de Editoração

E-mail: editora_naea@ufpa.br

Papers do NAEA: papers_naea@ufpa.br

Telefone: (91) 3201-8521

Paper 330

Recebido em: 15/06/2014.

Aceito para publicação: 15/09/2014.

Revisão de Língua Portuguesa de responsabilidade do autor.

2 – Publicado em IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science

IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)
 e-ISSN: 2319-2380, p-ISSN: 2319-2372. Volume 9, Issue 12 Ver. I (Dec. 2016), PP 73-76
 www.iosrjournals.org

Pregnancy Rates in Timed Artificial Insemination in Nelore Cows (Bos Taurus Indicus) Using Estradiol Benzoate or Estradiol Cipionate as Ovulation Inducers Associated With eCG or FSHp.

Neves, K. A. L¹, Cardoso, D. A², Castro, S. R. S¹, Pacheco, A¹, Beldini, T. P¹,
 Neves, A. C¹, Baruselli, P. S³, Ximenes, T¹, Vale, W. G¹

¹Biodiversity and Forestry Institute, Federal University of Western of Pará, BRAZIL

²Tapajos Integrated Faculty, FIT, BRAZIL,

³Department of Animal Reproduction, São Paulo University, BRAZIL

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effects of two different esters of estradiol, associated with equine chorionic gonadotropin (eCG) or Follicle Stimulating Hormone (FSHp) on conception rates of Nelore cows in the Amazon, northern Brazil. Nelore cows (n= 1098) at 40-60 days postpartum, with body condition score (BCS) of 3.17 were used. In experiment 1, cows were assigned in groups EB-eCG (n= 279) or EB-FSHp (n= 280). In experiment 2, cows were assigned in group EC – eCG (n= 270) and in group EC – FSHp (n= 269). Cows received 300 IU i.m of eCG or 10mg i.m of FSHp. Insemination was performed 56h after progesterone intravaginal releasing device (PRID) removal. In a subset of cows (n=102) ultrasound (US) examination were performed to evaluate the presence of largest follicle (LF), ovulatory follicle (OF) and ovulation (OV) from D8 to D10 every 24h and from D10 to D12 every 12h until detection of ovulation. (LF), (OF), (OV) and interval of PRID removal to ovulation did not differ between groups. The eCG treatment in group EB increased CR compared with FSHp. In EC groups there were no differences in CR. Thus, the estradiol esters EB and EC seem to be efficient as ovulation inducers in TAI programs, and the use of eCG was greater than FSHp in TAI programs in Nelore Cows.

Keywords: Amazon, anestrous, artificial insemination, genetic improvement.

I. Introduction

In different tropical areas of the world, as in the case of the Brazilian Amazon, beef production is made using zebu cattle (*Bostaurus indicus*) due to its greater resistance to the humid tropical climate and its adaption to grazing in extensive management systems [1]. Under these circumstances, Brazil exported in 2015, 1,399,259 tons of beef, corresponding to the value of USD \$ 5.939 million to more than 100 countries [2]. Furthermore the Brazilian cattle herd reached a record 215.2 million head in 2015, an increase of 1.3% compared to the previous year. Moreover, in the last decade beef production in the Amazon has contributed strongly to the expansionary scenario of animal production in Brazil. Actually the cattle herd in the Brazilian Amazon represents 36.95% of the national herd with current 80,046,890 head, with the growth of regional livestock representing 85% of the national herd increase [3]. Therefore the participation of the Amazon region in the production of beef in Brazil, has been increasing year after year. Although these numbers are significant it is known that the cattle herd has a low reproductive efficiency which compromises this economic activity [4]. In this respect reproductive biotechnologies (RB) have been used and have significantly increased the CR through the use of protocols for Timed Artificial Insemination (TAI) which has proven efficient to ensure improvement of the sustainability of cattle ranching [5, 3]. In addition to above, the use of RB has been an important tool for increasing the efficiency of cattle production systems in the Amazon region, avoiding deforestation and increasing the sustainability of agricultural systems [5]. The results of protocol combinations using progesterone and estrogens are very well consolidated in the literature [6, 1, 7, 8], showing CR near ~50%. However, in tropical conditions based on seasonal grasses, anestrous postpartum, which is quite common, when used in primiparous cows, the use of hormones that improve ovulation rate and final follicular growth is required [9]. Furthermore, the same results have been obtained at a local level using protocols combining progestins and estrogens and have demonstrated to stimulate an increase in pregnancy rates to ~ 50 percent, and such increase is attributed to the positive effect of these hormones on anestrous postpartum primiparous cows, due the enhancement of growth and follicular maturation and consequently higher ovulation rates [9, 5]. Considering that in the literature there are still gaps with respect to the use of equine chorionic gonadotropin (eCG) and follicle stimulating hormone (FSHp), the aim of the present study was to test protocols of TAI using hormone variations of Estradiol benzoate (EB) or Estradiol cipionate (EC) as ovulation inducers, combined with eCG or FSHp in multiparous Nelore cows in an early postpartum period. The hypothesis was that protocols using eCG,

APENDICE D – RESUMO ORIUNDO DA TESE PUBLICADO EM ANAIS DO CONGRESSO MUNDIAL DE INTEGRAÇÃO LAVOURA - PECUÁRIA - FLORESTA, EM BRASÍLIA/DF, 2015.

INTEGRATION OF CROP-LIVESTOCK-FOREST ON DEGRADED PASTURE IN THE AMAZON: SOIL FERTILITY ASPECTS.

Kedson A. L. NEVES^{1*}, Troy P. BELDINI¹, Sabrina S. V. ARAÚJO¹, Ricardo PATRESE¹, Davi de Aguiar CARDOSO², Nívea M. P. NEVES¹, Adla V. de MIRANDA¹, William G. VALE¹.

¹ Instituto de Biodiversidade e Florestas, Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA, Santarém, 68035-110, PA, Brazil.

² Faculdades Integradas do Tapajós- FIT, Santarém, 680040-070, PA, Brazil.

E-mail address of presenting author*: kedson_neves@hotmail.com

The necessity of creating sustainable livestock production in the Amazon has stimulated the adoption of management practices that preserve or recuperate soil fertility. Currently, 50% of pasture areas in the Amazon can be considered as degraded or in the process of being degraded. Techniques that can recuperate degraded pastures such as crop-livestock-forest integration and crop rotation have the potential to increase the sustainability of livestock production in the Amazon and to produce more on less area thereby avoiding future forest clearing.

For our submission we will describe our work wherein we evaluate soil fertility parameters in yellow oxisols used in livestock management in the Brazilian Amazon that is conducted in systems that incorporate no-till, tree plantations, and crop rotation techniques, and also in managed and degraded pastures. Our objective is to try to demonstrate that the use of these techniques in intensively managed livestock and crop systems has the potential to improve soil chemical characteristics and recuperate degraded pastures. We conclude that nutrient contents, especially N, P, and K, base saturation, cation exchange capacity, and organic matter content are larger, and that C:N and C:P are smaller in the crop-cattle-tree integration systems than in systems that do not use these techniques, including native forest. These results suggest that the crop-livestock-forest integration system is an efficient method of increasing sustainability and productivity of cattle ranching in the Amazon, and will help to change the dominant image of cattle ranching in the Amazon, at both the national and international levels, as being archaic, backward, and unsustainable in environmental, economic, and social terms.